

کتاب معلم
رهنمای تدریس فزیک
صنف ۱۱



رهنمای تدریس فزیک- صنف ۱۱

سال چاپ: ۱۳۹۹ هـ. ش.



سرود ملی

دا وطن افغانستان دی
کور د سولې کور د تورې
دا وطن د ټولو کور دی
د پښتون او هزاره وو
ورسره عرب، گوجر دي
براهوي دي، قزلباش دي
دا هېواد به تل ځلیږي
په سینه کې د آسیا به
نوم د حق مو دی رهبر

دا عزت د هر افغان دی
هر بچی یې قهرمان دی
د بلوڅو د ازبکو
د ترکمنو د تاجکو
پامیریان، نورستانیان
هم ایماق، هم پشه یان
لکه لمر پر شنه آسمان
لکه زړه وي جاویدان
وایو الله اکبر وایو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحیم



وزارت معارف

کتاب معلم

رهنمای تدریس فزیک

صنف یازدهم

سال چاپ: ۱۳۹۹ هـ. ش.

مشخصات کتاب

مضمون: رهنمای تدریس فزیک

مؤلفان: گروه مؤلفان کتاب‌های درسی بخش دیپارتمنت فزیک

ویراستاران: اعضای دیپارتمنت ویراستاری و ایدیت زبان دری

صنف: یازدهم

زبان: دری

انکشاف دهنده: ریاست عمومی انکشاف نصاب تعلیمی و تألیف کتب درسی

ناشر: ریاست ارتباط و آگاهی عامهٔ وزارت معارف

سال چاپ: ۱۳۹۹ هجری شمسی

ایمیل آدرس: curriculum@moe.gov.af

پیام وزیر معارف

اقرأ باسم ربک

سپاس و حمد بیکران آفریدگار یکتایی را که بر ما هستی بخشید و ما را از نعمت بزرگ خواندن و نوشتن برخوردار ساخت، و درود بی‌پایان بر رسول خاتم- حضرت محمد مصطفی ﷺ که نخستین پیام الهی بر ایشان «خواندن» است.

چنانچه بر همه‌گان هویداست، سال ۱۳۹۷ خورشیدی، به نام سال معارف مسمی گردید. بدین ملحوظ نظام تعلیم و تربیت در کشور عزیز ما شاهد تحولات و تغییرات بنیادینی در عرصه‌های مختلف خواهد بود؛ معلم، متعلم، کتاب، مکتب، اداره و شوراهای والدین، از عناصر شش‌گانه و اساسی نظام معارف افغانستان به شمار می‌روند که در توسعه و انکشاف آموزش و پرورش کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. در چنین برهه سرنوشت‌ساز، رهبری و خانوادۀ بزرگ معارف افغانستان، متعهد به ایجاد تحول بنیادی در روند رشد و توسعه نظام معاصر تعلیم و تربیت کشور می‌باشد.

از همین‌رو، اصلاح و انکشاف نصاب تعلیمی از اولویت‌های مهم وزارت معارف پنداشته می‌شود. در همین راستا، توجه به کیفیت، محتوا و فرایند توزیع کتاب‌های درسی و رهنمای تدریس در مکاتب، مدارس و سایر نهادهای تعلیمی دولتی و خصوصی در صدر برنامه‌های وزارت معارف قرار دارد. ما باور داریم، بدون داشتن کتاب درسی باکیفیت، به اهداف پایدار تعلیمی در کشور دست نخواهیم یافت.

برای دستیابی به اهداف ذکرشده و نیل به یک نظام آموزشی کارآمد، از آموزگاران و مدرسان دلسوز و مدیران فرهیخته به‌عنوان تربیت کننده‌گان نسل آینده، در سراسر کشور احترامانه تقاضا می‌گردد تا در روند آموزش این کتاب درسی و انتقال محتوای آن به فرزندان عزیز ما، با استفاده از این رهنما، از هیچ نوع تلاشی دریغ نورزیده و در تربیت و پرورش نسل فعال و آگاه با ارزش‌های دینی، ملی و تفکر انتقادی بکوشند. هر روز علاوه بر تجدید تعهد و حس مسؤولیت پذیری، با این نیت تدریس راآغاز کنند، که در آیندۀ نزدیک شاگردان عزیز، شهروندان مؤثر، متمدن و معماران افغانستان توسعه یافته و شکوفا خواهند شد.

همچنین از دانش آموزان خوب و دوست داشتنی به مثابه ارزشمندترین سرمایه‌های فردای کشور می‌خواهم تا از فرصت‌ها غافل نبوده و در کمال ادب، احترام و البته کنجکاوی علمی از درس معلمان گرامی استفادۀ بهتر کنند و خوشه چین دانش و علم استادان گرامی خود باشند.

در پایان، از تمام کارشناسان آموزشی، دانشمندان تعلیم و تربیت و همکاران فنی بخش نصاب تعلیمی کشور که در تهیه و تدوین این رهنمای تدریس مجدانه شبانه روز تلاش نمودند، ابراز قدردانی کرده و از بارگاه الهی برای آن‌ها در این راه مقدس و انسان‌ساز موفقیت استدعا دارم.

با آرزوی دستیابی به یک نظام معارف معیاری و توسعه یافته، و نیل به یک افغانستان آباد و مترقی دارای شهروندان آزاد، آگاه و مرفه.

دکتور محمد میرویس بلخی

وزیر معارف

فهرست مندرجات

کلیات

رهنمود های ضروری ّبرای معلم:

معلمان گرامی، این فصل شامل اصطلا حات و مطالب مهمی است که دانستن آنها برای شما ضروری پنداشته میشود.

– نصاب تعلیمی چیست؟

دراین باره که نصاب تعلیمی چیست، نظریات مختلف وجود دارد؛ یکعـده آنـرا مفـردات درسـی مـی داننـد و عـدۀ دیگر کتاب درسی. برخی ازعلمای تعلیم و تربیه نصاب تعلیمی را جداگانه تعریف نموده اند مثلاَ :

نصاب تعلیمی رهنمودیست که همه فعالیتهای تعلیمی و تربیتی درآن شامل بوده و به دست آوردن آنها هدف میباشد.

نصاب تعلیمی عبارت از تمام دانش ها، مهارت ها وذهنیت های تعیـین شـده یـی اسـت کـه یـك نهـاد، تعلیمـی آمـوزش آنهارا برای شاگردان در نظر می گیرد .یا به عبارت دیگر، نصاب تعلیمی تمام آموختنی هـای پروگـرام تعلیمـی و تربیتـی یك نهاد تعلیمی است،که شامل کتب درسی،کتب ممد درسی،رهنمای معلم،تجارب وکارهای عملی(پـلان شـده) بـرای شاگردان می باشد .

آنچه امروز توجه متخصصان تعلیم و تربیه را به خود معطوف نموده، پاسخ به این سوال است کـه دسـت انـدرکاران تهیـۀ مفردات و مؤلفان کتب درسی چه چیزهای را با استفاده از روش هایی مشخص باید به شـاگردان بیاموزاننـد کـه در زنـده گی حال و آیندۀ شان مفید باشد؟

همگان اتفاق نظر دارند که شاگردان در شرایط متفاوت رشد می کنند و در آینده بـا مـسایل جدیـدی رو بـه رو خواهنـد شد، به همین دلیل در بسیاری از موارد، تشخیص این که آموختن چه چیزی به آنها ضـروری اسـت و آمـوختن چـه چیـز ضروری نمی باشد، و نیز مؤثر ترین روش آموختن کدام است، بسیار مشکل می باشد.

از طرف دیگر دورۀ جوانی با خصوصاتی چون تصمیم گیری مستقل، مسؤلیت پذیری، آینـده نگـری و بـاز اندیـشی در مسایل از سایر دوره های زنده گی متمایز می گردد، جوان بـرای تعامـل درسـت بـا جامعـه و ورود بـه دنیـای بزرگـان نیازمند کسب مهارت های مختلفی می باشد باید بداند که نیازهای جامعه یی که در آن زنده گی میکند ازچه قـرار اسـت و کسب علم ودانش و مهارتهای علمی چقدر برایش ضروری است ؟ او نیاز دارد بداند کـه کیـست، چگونـه بـا حـوادث می بیند، چگونه حقایق را درك می کند ، چگونه انتخاب می کند و چگونه عمل می کند؟ وی نیازمند علمی اسـت کـه او را تشویق به اندیشیدن، مطالعه و تحقیق در زنده گی اجتماعی کند.

با توجه به مطالب فوق، در تهیۀ مفردات درسی این کتاب در حالیکه با نیازهـای علمـی مـرتبط اسـت بـر روش هـای جدید آموختن بیشتر تاکید گردیده است تا آموختن دانستنی ها به شیوه های قدیم ، آموختن روش هـایی کـه بـر روحیـه فعال و مشارکتی ، ابتکار و نقادی تاکید می گردد.

در روش فعال و مشارکتی یا آموزش فعال (Active Learning Method) معلم نقش مهمی در پروسۀ تـدریس به عهده دارد. در این نقش ، وظیفۀ معلم به انتقال اطلاعات خلاصه نمی شـود او تجـارب یـادگیری را منحـصر بـه گـوش کردن و حفظ کردن مطالب نمی پندارد.

در این نقش معلم ، رهنما و تسهیل کنندهٔ شرایط مطلوب یادگیری است و به جای انتقال یک جانبهٔ مطالب، بر روش یادگیری، کسب تجربه و حل مسئله تأکید می نماید. یکی از اهداف اصلی تهیهٔ کتاب رهنمای معلم نیز ارائه استراتیژی هایی برای آموختن است.

از اهداف و دلایل دیگر تألیف این کتاب (رهنمای معلم) توضیح اهداف، اصول انتخاب و سازماندهی محتوا(متن) و استراتیژی هایی ارزیابی است.

از آنجایکه کتاب رهنمای حاضر با شیوهٔ جدید برای آموختن محتویات کتاب درسی فزیک تهیه گردیده و در آن امکان بیشتری برای ایجاد تجارب یادگیری شاگردان فراهم گردیده اس.، تدوین کتاب رهنمای معلم امر ضروری پنداشته می شود.

البته اذعان داریم که تدریس و آموزش کار ابتکاری و تجربی است و معلمان مبتکر و نو آور در این عرصه دست به نوآوری میزنند ، ولی نباید فراموش کرد که در انتخاب استراتیژی های آموزش، متناسب به اصول هماهنگی با اهداف ، استراتیژی های ارزیابی ، امکان مشارکت شاگردان و اصول دیگری که علوم روان شناسی ، روان شناسی تربیتی و روان شناسی یادگیری پیشروی ما قرار می دهند باید توجه دقیق صورت بگیرد. هم اینکه بر اساس کدام اصول، محتوا انتخاب شود؟ اصول سازماندهی محتوا کدام ها اند؟ استراتیژی های تدریس و ارزیابی چیست و چه اهمیت دارند؟ و بالاخره استخراج مفاهیم کلیدی چگونه صورت می گیرد ، دراین کتاب رهنمای معلم توضیح می گردد.

رهنمای معلم چیست؟

رهنمای معلم کتابیست که به معلم کمک مینماید تا در جریان یک ساعت درسی و یایک دوره پلان درسی خود را آماده سازد. در رهنمای معلم اهداف عمومی و خصوصی هر درس، وسایل تدریس،ا ستراتیژی تدریس، برانگیختن انگیزهٔ شاگردان، بخش تحکیم آموزش شاگردان و ارزیابی، کارخانه گی، تشریح و معرفی بخشهای مشکل درس، طرق حل بعضی فعالیتهای کتاب درسی، معلومات اضافی برای معلم گنجانیده شده است. رهنمای معلم برای این منظور تهیه میگردد تا معلم را با آماده ساختن پلان درسی و با اهداف عمومی تعلیم و تربیه در یک مرحلهٔ آموزش، آشنا سازد به معلم کمک نماید تا مفاهیم و موضوعات هر درس را دریافته، معلومات اضافی را مهیا نمایدرهنمای معلم راه را برای تدریس همگون و یکسان کتاب درسی در تمام مکاتب، اعم از مرکز و ولایات و قرای دور دست کشور هموارمی سازد. به این گونه تدریس مضامین در طول مدت مورد نظر (سال تعلیمی) در تمام مکاتب افغانستان یکسان صورت گرفته و کتاب درسی باید تا آخرین درس تدریس گردد. رهنمای معلم این امر را تضمین مینماید که تدریس به گونه ایکه در مکاتب مرکز کابل و یا در سایر ولایات بزرگ صورت میگیرد در مکاتب ولسوالیها و قریه های دور دست هم صورت گرفته و راه را برای رشد معارف متوازن و همسان در تمام کشور باز شود.

پالیسی تعلیمی و تربیتی معارف افغانستان

بر مبنای احکام مندرج در مواد شانزدهم، چهل و سوم، چهل و چهارم، چهل و پنجم، چهل و ششم و چهل و هفتم قانون اساسی جمهوری اسلامی افغانستان، و بر اساس ماده های ششم و هفتم و سایر احکام قانون معارف افغانستان، و با در نظرداشت ضرورتها، واقعیتها و نیازمندیهای معنوی و مادی کشور و به منظور ترسیم خطوط اساسی نظام تعلیم و تربیه افغانستان پالیسی تعلیمی و تربیتی معارف جمهوری اسلامی افغانستان در نقاط آتی مشخص میشود:

۱. آماده ساختن زمینه های تعلیم و تربیهٔ معیاری برای اطفال، نوجوانان و جوانان کشور اعم از ذکور و اناث با عقیدهٔ راسخ و روحیهٔ خدا پرستی، پابندی به تطبیق احکام و ارزشهای اسلامی، وطندوستی، تحکیم وحدت ملی، زیست باهمی و بشردوستی.

۲. تقویت روحیهٔ دفاع از استقلال، حاکمیت ملی، تمامیت ارضی، اخوت اسلامی، همبستگی ملی، صلحدوستی، غنای فرهنگی، و نفی کلیه اشکال و انواع تبعیض و خشونت.

۳. احیاء، بازسازی، انکشاف و تجهیز مؤسسات تعلیمی و تربیتی.

٤. انکشاف سیستم تعلیمی و تربیتی کشور همگام با تحولات مثبت علمی در جهان.

٥. استفاده و بهره گیری از تجارب مطلوب و موفق تعلیمی و تربیتی سایر کشورها.

٦. فراهم ساختن تعلیمات ابتدایی و متوسطه (۱-۹) اجباری و رایگان برای همه بدون در نظرداشت جنس، قوم، زبان، مذهب، نژاد و موقف اجتماعی.

۷. تدریس در مکاتب (رسمی و خصوصی) به زبان هایی صورت میگیرد که در قانون اساسی کشور تسجیل شده است.

۸. مطابق با تعلیمات دین مقدس اسلام، ارزشهای قانون اساسی جمهوری اسلامی افغانستان، عرف و عنعنات پسندیدهٔ جامعهٔ افغانی و با در نظرداشت اصول پیداگوژیک و تجارب عملی و به منظور بهبود کیفی تعلیم و تربیه، سیستم معارف افغانستان بر اصل جدایی پسران و دختران استوار است. بنابرین، تعلیم مختلط بعد از صنف سوم مرحلهٔ ابتدایی در هیچ مؤسسهٔ آموزشی اعم از مکاتب دولتی و خصوصی، کورسها، کلپهای ورزشی و غیره مجاز نمیباشد.

۹. تدریس زبان های سوم (در مطابقت با مادهٔ ١٦ قانون اساسی) به حیث یک مضمون در مناطق مربوطه.

۱۰. فراهم نمودن زمینه های تعلیم و تربیه برای شاگردان دارای نیازمندیهای خاص، بیجاشده گان داخلی و مهاجرین.

۱۱. توسعهٔ مدارس دینی، مکاتب تعلیمات عمومی، حرفوی و مسلکی، و مؤسسات تربیهٔ معلم و عصری ساختن آنها.

۱۲. ارتقای سویهٔ علمی و مسلکی معلمان.

۱۳. بهبود بخشیدن وضع معیشتی معلمان.

۱٤. مبارزه برای محو بیسوادی و توسعهٔ مکاتب سواد حیاتی و متمم کارگری (ذکور و اناث).

۱٥. حمایت از سهم گیری بیغرضانه و بشردوستانهٔ کشورها، مؤسسات بین المللی، مؤسسات غیر دولتی، و اشخاص در احیاء و بازسازی، تجهیز و ارتقای ظرفیت های مسلکی، تخصصی و اداری معارف در چوکات قوانین نافذهٔ کشور.

۱٦. تقویت سیستم معارف متوازن و توزیع عادلانهٔ امکانات تعلیمی و تربیتی در مرکز و ولایات کشور.

۱۷. آشنا ساختن شاگردان با اضرار پدیده های شوم چون خشونت، تبعیض، جنگهای نامشروع، مواد مخدر، مسکرات، و مفاسد اخلاقی.

۱۸. رهنمایی شاگردان به ارزشهای پسندیده چون آزادی، صلح، همزیستی مسالمت آمیز، شورا و دیموکراسی، رعایت حقوق بشر و حفاظت از محیط زیست.

۱۹. توجه همه جانبه به تعلیم و تربیهٔ نسوان مطابق به احکام و ارزشهای اسلامی و رعایت توازن میان مکاتب دختران و پسران.

۲۰. توجه به تعلیمات خاص (تیزهوشان، نابینایان، ناشنوایان و دارنده گان عقب مانده گی های ذهنی) و آغاز تدابیر مؤثر برای تعلیم و تربیهٔ آنها.

۲۱. مراقبت و نظارت از تطبیق نصاب تعلیمی معارف جمهوری اسلامی افغانستان، تدریس و استفاده از مواد آموزشی در مکاتب (رسمی و خصوصی) در چوکات قوانین نافذهٔ کشور.

۲۲. زمینه سازی برای رشد ورزش(سپورت و تربیت بدنی).

۲۳. تحکیم روابط و ایجاد هماهنگی بیشتر میان ریاست انکشاف نصاب تعلیمی و ریاست های تربیهٔ معلم، مرکز ساینس و پوهنتون های ذیربط درکشور جهت تبادل اندوخته های علمی و تجارب مسلکی.

با تطبیق این پالیسی در معارف کشور به یاری خداوند متعال به نتایج عمدهٔ ذیل دست خواهیم یافت:

- تربیهٔ اولاد کشور با روحیهٔ اسلامی کسب رضای الله(جل جلاله) وایجاد یک جامعهٔ سعادتمند و مرفه
- حفظ هویت ملی
- تربیهٔ سالم اولاد وطن به حیث انسان های مسلمان، وطندوست، مفید، متعهد و متمدن.
- فراگیری علم، کسب مهارتها و طرز تفکر سالم شاگردان به منظور تطابق موفقانه با معیار های علمی جامعه و جهان.
- ارتقای سطح دانش شاگردان به منظور کسب قابلیت و ورود مؤفقانه به بازار کار.

اهداف عمومی تعلیم و تربیه در افغانستان

بر مبنای احکام قانون اساسی جمهوری اسلامی افغانستان، قانون و پالیسی معارف، و با درنظرداشت ضرورتها و واقعیتهای جامعهٔ افغانی، نظام تعلیم و تربیهٔ کشور به منظور تعلیم و تربیهٔ سالم شاگردان اهداف ذیل را دنبال مینماید:

الف: اهداف عقیدتی و اخلاقی

۱. تقویهٔ ایمان و اعتقاد به ارکان، اساسات و ارزشهای دین مقدس اسلام، توسعهٔ بینش اسلامی عاری از افراط و تفریط مبتنی بر تعالیم قرآنی و سنن حضرت پیامبر (صلی الله علیه و سلم).

۲. تقویهٔ روحیهٔ خودشناسی به منظور خداشناسی.

۳. تقویهٔ روحیهٔ اعتماد به نفس و التزام به سجایای اخلاقی.

٤. تقویه و پرورش روحیهٔ نظم و دسپلین پذیری و رعایت احکام و ارزشهای قانونی.

۵. تقویهٔ روحیهٔ مسئوولیت پذیری در برابر ارزشهای دینی، اجتماعی، تعلیمی و تربیتی.

ب: اهداف آموزشی و تربیتی

۱. کسب و تقویهٔ مهارتهای آموزشی از قبیل شنیدن، سخن گفتن، خواندن، نوشتن، به کار بردن اعداد و حسن خط در زبانهای رسمی و خارجی.

۲. آموزش علوم، فنون، تکنالوژی معاصر و کسب مهارتهای فردی و اجتماعی مورد نیاز.

۳. انکشاف استعداد ها برای خود آموزی و خود ارزیابی در پروسه های آموزش.

٤. رشد و تقویهٔ قابلیت های تفکر، تعمق، مطالعه، تحقیق، تشخیص و ابتکار در زمینه های علمی، ادبی، فرهنگی و فنی.

۵. کسب مهارت جهت حل معضلات و پرابلم های فردی و اجتماعی.

ج: اهداف فرهنگی، ادبی و هنری

١. رشد استعداد های فطری شاگردان در عرصه های فرهنگ، ادب و هنر سالم و تقویهٔ روحیهٔ شناخت و ارجگذاری به میراث ها و گنجینه های تاریخی، فرهنگی و ادبی.

٢. معرفت با تاریخ، ادب و فرهنگ افغانستان، تمدن اسلامی، و فرهنگ کشور های دیگر.

٣. حفظ اصالت و انکشاف فرهنگ، هنرهای ملی، آداب و سنن پسندیدهٔ سالم جامعهٔ افغانی.

٤. انکشاف مهارتهای ادبی و هنری از طریق تمرین و فعالیت های انفرادی و جمعی.

د: اهداف مدنی و اجتماعی

١. تقویهٔ روحیهٔ استقلال و آزادیخواهی حفاظت از ارزشهای اسلامی، نوامیس ملی، و تحکیم بنیاد روابط خانواده بر پایهٔ عدالت و رعایت حقوق افراد.

٢. تقویهٔ روحیهٔ اخوت اسلامی، تعاون، صلح، عدالت اجتماعی، همبستگی ملی و بین المللی.

٣. انکشاف حس خیرخواهی و ارتقای فضایل اخلاقی، ضدیت با خشونت، جنگ های نامشروع، و مبارزه با مواد مخدر، مسکرات و مفاسد اخلاقی و اجتماعی.

٤. تقویهٔ روحیهٔ احترام به قانون و رعایت آن و حمایت از حقوق قانونی همه اتباع کشور بدون در نظرداشت جنس، سن، موقف اقتصادی، اجتماعی و وابستگی سیاسی.

٥. انکشاف روحیهٔ گذشت، فداکاری و ایثار در روابط جمعی و مقدم شمردن منافع اجتماعی بر منافع فردی.

٦. تقویهٔ روحیهٔ انتقاد و انتقاد پذیری، حوصله مندی و احترام به آرای دیگران.

٧. رشد و انکشاف روحیهٔ احترام به کرامت انسانی، حفظ حرمت اشخاص، و رعایت آداب معاشرت و حقوق بشر در روابط اجتماعی.

٨. تقویهٔ روحیهٔ حل اختلافات و برخورد ها به طور مسالمت آمیز و سازنده.

٩. تقویهٔ فرهنگ تحمل پذیری.

١٠. تقویهٔ روحیهٔ استفاده از تجارب و دستآورد های مثبت علمی و تخنیکی جامعهٔ بشری.

١١. تقویه و انکشاف روحیهٔ نفی هر نوع تبعیض.

١٢. رشد روحیهٔ احترام به مقام انسانی زن و حمایت از زنان.

١٣. تقویت روحیهٔ رعایت حقوق والدین، بزرگان، همسایگان، شهروندان و سایر انسانها.

١٤. رشد روحیهٔ حفاظت از محیط زیست و سرسبزی، ترحم بر حیوانات و حمایت از حیات طبیعی و نباتات.

١٥. تقویهٔ روحیهٔ حفاظت از منابع آبی، عدم اسراف در استفاده از آب و جلوگیری از ملوث ساختن دریا، جوی، کاریز و چاه ها.

هـ: اهداف اقتصادی

۱. درک نقش مهم اقتصاد در زنده گی انسانی، توجه به انکشاف و رشد اقتصادی جامعه و ارتباط فعالیت های اقتصادی با اقتصاد خانواده و سلوک فردی.

۲. درک ارزش و اهمیت کار و تقویهٔ روحیهٔ اشتغال در مشاغل مفید به منظور فقر زدایی.

۳. ایجاد و تقویت روحیهٔ صرفه جویی، قناعت، و پرهیز از اسراف و تجملگرایی.

٤. شناخت منابع اقتصادی کشور و شیوه های مناسب استخراج و استفاده از آنها و پرورش روحیهٔ حراست از اموال، ثروت و سرمایه های ملی.

٥. شناسایی حرفه های مختلف و مشاغل تولیدی، توأم با پیشرفت تکنالوژی، احیا و ترویج صنایع دستی و محلی جهت افزایش درآمد ملی و رفع بیکاری و وابستگی اقتصادی.

٦. تقویهٔ روحیهٔ رعایت اصول اخلاقی در معاملات و فعالیت های اقتصادی و مبارزه علیه فعالیت های اقتصادی نامشروع.

۷. تشویق در فراگیری فعالیت های حرفه یی.

۸. بلند بردن سطح آگاهی شاگردان در رابطه با عرضه و تقاضا.

۹. ترویج اصل انصاف، اخلاق کار و رعایت قانون کار میان استخدام کننده و استخدام شونده.

و: اهداف صحی

۱. درک اهمیت حفظ الصحه و ترویج شیوه های سالم زنده گی جهت سلامت روانی و جسمی افراد.

۲. انکشاف روحیهٔ رعایت حفظ الصحهٔ عمومی و محیط زیست.

۳. آشنایی با دانش اساسی صحی و انکشاف مهارتهای لازم به خاطر وقایه در مقابل امراض.

٤. تأمین سلامت جسمی و روانی از طریق فراهم ساختن فرصت ها و وسایل لازم و زمینه سازی برای مهیا ساختن ساحات مناسب جهت تربیت بدنی و ورزش و سرسبزی محیط زیست.

٥. توجه به صحت طفل و مادر و حمایت از آنها

اهداف دورهٔ ثانوی(صنف ۱۰ الی ۱۲)

- تقویت دستاوردهای تعلیمی و تربیتی دوره های گذشته و آماده گی برای تحصیلات عالی.
- رشد و توسعهٔ بیشتر قوهٔ تفکر، تعمق و معلومات در مسایل دینی، مبانی اعتقادی و آشنایی مزید شاگردان با تعلیمات دین اسلام منحیث نظام زنده گی.
- تزکیهٔ نفس و رشد فضایل اخلاقی بر اساس ایمان به خداوند (جل جلا له) و ارشادات اسلامی.
- تقویت روحیهٔ فراگیری تعلیم و تربیه در شاگردان و فراهم ساختن زمینه های مناسب برای آنان.
- سعی و تلاش جهت شناخت اسرار جهان و قوانین موجود در طبیعت با استفاده از علوم و تجارب بشری و تکنالوژی پیشرفته.
- فراگیری مزید زبانهای رسمی و مادری، توسعهٔ دانش ادبی شاگردان و آموزش زبانهای خارجی.
- آموزش علوم و فنون مورد نیاز و کسب مهارتهای فردی و اجتماعی.

- معرفت مزید شاگردان با هنر و استفادهٔ معقول از آن مطابق به ارزشهای اسلامی و مقتضیات مثبت فرهنگ ملی.
- رشد روحیهٔ حفظ میراثهای ادبی، فرهنگی، هنری و تاریخی کشور.
- انکشاف روحیهٔ تعاون و علاقهٔ شاگردان به رقابت های سالم.
- تقویت روحیهٔ حفاظت از نوامیس ملی و تحکیم بنیاد روابط خانواده بر پایهٔ حقوق و اخلاق اسلامی.
- انکشاف حس خیرخواهی و ارتقای فضایل اخلاقی، صلح خواهی، ضدیت با خشونت و جنگهای نامشروع، مبارزه با مواد مخدر، مشروبات الکلی و مفاسد اخلاقی.
- تقویت روحیهٔ مسؤولیت پذیری و اهتمام به امور خانواده گی و اجتماعی و مشارکت در فعالیت های اسلامی، فرهنگی و اجتماعی.
- تقویت روحیهٔ گذشت، فداکاری و ایثار در روابط جمعی و مقدم شمردن منافع اجتماعی بر منافع فردی.
- آماده ساختن شاگردان برای زنده گی آینده، و آگاهی آنان از اهمیت تشکیل خانواده و احکام شرعی مربوط به آن.
- توجه به اهمیت اقتصاد و رشد سالم آن به عنوان وسیله، جهت رسیدن به رفاه و تکامل معنوی شاگردان.
- انکشاف مهارتهای سنجش خودی در پروسه های آموزشی و پرورشی.
- رشد علاقهٔ شاگردان به ورزش و مواظبت از صحت جسمی و روانی آنها.
- حمایت از شاگردان در برابر تهاجم فرهنگی و رهنمایی آنها در اجتناب از تقلیدهای بیجا و تقویهٔ روحیهٔ استفاده از تکنالوجی و پیشرفت های مثبت عصر با حفظ اصالت و هویت اسلامی و افغانی در آنان.
- توسعهٔ فرهنگ مطالعه و کتابخوانی.

استراتیژی های تدریس

کتاب حاضر بر مبنای اصول تدریس فعال و مشارکتی تدوین شده است. از این رو، در تدریس کتاب باید از روش های فعال و مشارکتی از جمله روش مناظره (Argument) روش سوال و جواب ، روش لکچر یا توضیحی (Lecture) مباحثه تیمی و گروهی(Group discussion) ، روش ایفای نقش (Role playing) روش سیر علمی ، روش بارش مغزی یا فکری(Brainstorming) استفاده شود، استفاده از روش پروژه یی (The project Method) را نیز باید به این مجموعه افزود.

باید توجه داشت که تدریس، کار ابتکاری و تجربی است و نمی توان به صورت کلی روش معینی را برای تدریس یک درس یا کتاب پیشنهاد کرد زیرا با وجود شرایط و امکانات در مناطق مختلف کشور، هر مکتب و صنف شرایط خاص خود را دارد, اما این به معنای آن نیست که نتوان یک جهت کلی (که همان استفاده از استراتیژی های فعال تدریس است) را پیشنهاد یا دنبال نمود .

اجزای اصلی درس

هر درس از اجزای ذیل تشکیل شده است:

عنوان ، مقدمه، متن، تصویر، نقشه ، شکل ، عنوان فرعی و فعالیت های ورودی ، میانی و پایانی که به بعضی از آنها اشاره می شود.

عنوان درس

عنوان موجب آماده گی ذهنی در شاگردان برای ورود به درس می شود. از عنوان درس می توان به عنـوان یـک فعالیـت نیز استفاده کرد.

تصویر ، نقشه و شکل

در هر درس ، تصاویر و نقشه ها ارائه شده است که با متن مطابقت داشته و نه تنها بر جاذبه کتاب میافزاید بلکه کـار کـرد انگیزه یی هم دارد.

فعالیت ورودی

هر درس با یک فعالیت آغاز می شود که در جریان انجام دادن آن تدریس با سـهمگیری و فعالیـت شـاگردان آغـاز مـی شود، فعالیت امری نیست که مجزا از متن در نظر گرفته شود و یا متن محتوا بصورت جداگانه تدریس شود.

فعالیت وسطی

فعالیت دومی که در هر درس تهیه شده است، گاه نقشی مشابه فعالیت اول (ورودی) درس را دارد، یعنـی بـرای تـدریس متن بعد از آن باید مورد استفاده قرار گیرد و گاه نقش تحکیم و تعمیق مطالب قبلی را دارد.

فعالیت پایانی

در پایان هر درس ، فعالیتی طراحی شده است که به تعمیق محتوای درس کمک می کند و از طریـق آن میتـوان درس را هم ارزیابی کرد.

استخراج مفاهیم کلیدی (Key concepts)

ابتدا باید در باره معنی و مفهوم «مفهوم کلیدی» مطالبی ارائه کنیم: هر درس دارای هـدف یـا اهـداف دانـشی اسـت، ایـن هدف یا اهداف برای آموختن یک یا چند مفهوم تهیه شده است که این مفاهیم همان ، مفاهیم کلیدی متن اند .

با توجه به این مقدمه، مفاهیم کلیدی(ایده های اصلی) را می توان ابزاری برای ارزیابی محسوب نمـود، زیـرا انجـام دادن این عمل توسط فراگیرنده، به معنای آن است که وی به مرحله اول فهم رسیده است.

با توجه به اهمیت مهارت در مطالعه و آموختن متون مختلف می توان ((استخراج مفاهیم کلیدی)) را در مراحل آمـوزش و ارزیابی به عنوان یک مهارت عمده در نظر گرفت که ایجاد و تقویت آن در شاگردان یک هدف به شمار میرود.

خلاصه کردن درس

فعالیت ((خلاصه کردن)) هم برای ارزیابی مورد استفاده قرار می گیرد و هم خود یـک مهـارت اساسـی اسـت کـه بایـد شاگردان آن را فراگیرند.

توانایی«خلاصه کردن» یکی از مهمترین مهارت های تفکر است. با خلاصـه کـردن میتـوان اطلاعـات وسیع را در قالـب نسخۀ کوتاه تر بیان کرد تا هدف متن به راحتی فهمیده شود . خلاصه عبارت است از جمـلات کوتـاه کـه مفـاهیم اصـلی یک قسمت را به ما میدهد .خلاصه شامل تمام جزییات در یک بازگویی نیست. جوهر خلاصه ، مختصر بودن آن است.

تفاوت «خلاصه کردن» با «استخراج مفاهیم کلیدی» در این است که به جای فهرسـت کـردن مفـاهیم اصـلی، تـلاش مـی شود تا مفاهیم دوباره با هم ترکیب شوند تا متن جدیدی تولید گردد.

توصیه های برای خلاصه کردن

۱- مطلبی را که میخواهید خلاصه کنید، تلاش کنید بدون نوشتن و یادداشت کردن بفهمید.

۲- زیر کلمات و عباراتی که فکر می کنید مهم اند خط بکشید. با این کار، اطلاعات کم فایده تر حذف می شود.

۳- خلاصه را با کلمات خود تان بنوسید. از ساختار متن اصلی پیروی کنید، تا مطمین شوید که عقاید شخصی خود را در خلاصه وارد نکرده اید، زیرا عقاید شخصی را نباید در عبارات خلاصه وارد کرد . هر کلمه و عبارتی که در خلاصه به کار میرود باید مستند به متن باشد. خلاصه شما باید ۱۵- ۲۰ فیصد باشد.

٤- بعد از اتمام خلاصه برای اطمینان به مقایسه آن با متن اصلی بپردازید.

ارزیابی (Evolution)

ارزیابی عبارت از پروسهٔ منظم برای تعیین و تشخیص میزان پیشرفت یادگیرنده در رسیدن به هدف های آموزشی است. منظور از پروسه منظم این است که ارزیابی باید طبق برنامه و منظم انجام شود, از این رو مشاهدات بی نظم و ترتیب از رفتار شاگردان را نمی توان ارزیابی گفت. در ضمن کار برد((هدف های آموزشی)) برای این است که در ارزیابی باید هدف های آموزشی از پیش مشخص شده باشد. بر این اساس، ارزیابی آموزشی به منظور تشخیص و کمک به اعتلای وضع تدریس، کمك به تصمیم گیری مسئولان در مورد معلمان، کمك به شاگردان و تدارك ضوابطی در مورد تحقیق در زمینهٔ تدریس، صورت می گیرد. روش های اساسی در ارزیابی باید به گونه یی باشد که متوجه هدف های دورهٔ تحصیلی بوده و نتایج آن به رهنمایی و انگیزه دادن به شاگردان و معلمان منجر شود، همچنین ارزیابی باید با توجه به هدف ها، روش های تدریس و عناصر مختلف مضمون درسی صورت گیرد.

ارزیابی برای اصلاح پروسهٔ آموزش بوده و داوری ارزیابی در مورد شاگردان باید بر اساس اطلاعات همه جانبه شامل عملکرد، رفتار و شخصیت آنها باشد نه فقط بر اساس نمرات امتحانات.

از جانب دیگر شاگردان باید در امر ارزیابی دخالت داده شوند تا بتوانند خود را ارزیابی کنند. بالاخره این که شرایط امید بخش برای ارزیابی باید مورد توجه قرار گیرد.

اهمیت و ضرورت ارزیابی در امر آموزش

ارزیابی در آموزش دو فایدهٔ اساسی دارد:

۱- اگاه شدن شاگرد از میزان مؤفقیت و پیشرفت علمی خود.

۲- آگاه شدن معلم از میزان موفقیت تدریس مضمون درسی.

آگاهی شاگرد از میزان مؤفقیت خود سبب می شود تا شاگرد با آگاهی و به طور مشخص در بارهٔ پیشرفت خود قضاوت کند و برای یادگیری و کسب موفقیت بیشتر احساس مسئولیت نماید. شاگرد نقاط ضعف خود را بپذیرد و برای جبران آن تلاش کند، اگر ارزیابی با حسن نیت و به درستی انجام شود اعتماد به نفس شاگردان تقویت می گردد.

آگاه شدن معلم از میزان مؤفقیت تدریس مضمون، موجب می شود تا معلم با بررسی و تحلیل اطلاعات به دست آمده، از نقاط ضعف و قوت مضمون درسی و شیوهٔ تدریس خویش آگاه شود. برای اصلاح آن اقدام کند و توانایی فن معلمی در زمینه های مختلف آموزشی و طراحی شیوه های تدریس به تدریج در آن افزایش یابد.

انواع ارزیابی

با توجه به زمان ارزیابی و هدف آن، ارزیابی را می توان به سه دستۀ تشخیصی، مستمری، وپایانی تقسیم کرد:

الف- ارزیابی تشخیصی، به منظور تشخیص آموخته ها و مهارت های ورودی شاگردان در شروع هر مرحلۀ جدید آموزش انجام می شود.

ب- ارزیابی مستمر،عبارت از ارزیابی منظم و مستمر است که برای تشخیص آموخته های شاگرد در پایان هر فصل یا درس در طول سال تعلیمی، انجام می شود.

ج- ارزیابی پایانی در پایان هر صنف برای تشخیص آموخته های شاگرد از کل مفاهیم و مطالب کلی و مهارتی های آموخته شده توسط شاگرد در یک سال تعلیمی انجام می شود.

طبقه بندی استراتیژی های تدریس

روش های تدریس(استراتیژی های تدریس) از زوایای گوناگون قابل طبقه بندی است و تا کنون تقسیم بندی های متفاوتی ارائه شده که طبقه بندی ذیل یکی از آنها است:

۱- روش تدریس عنعنوی یا غیر رسمی، که در مساجد و مدارس غیر رسمی صورت می گیرد.

۲- روش های جدید تدریس.

- روش لکچر (توضیحی یا سخنرانی)
- روش بارش مغزی یا فکری
- روش اکتشافی
- روش حل مسئله
- روش سوال و جواب
- روش انفرادی
- روش مباحثه یی
- روش پروژه یی
- روش گروهی (گروپی)
- روش نمایشی
- روش ایفای نقش
- روش استقرایی
- روش آزمایشی
- روش قصه گویی
- و مهمتر از همه روش تلفیقی(از چند، روش استفاده کردن در یک درس).

برای آشنایی بیشتر خواننده گان تقسیم بندی دیگری به شرح ذیل ارائه می شود.

۱- روش های فعال و دو جانبه

تعدادی از روش های تـدریس، معلـم و شـاگردان را بـه نحـو مطلـوب فعـال مـی سـازد و یـاد دادن و یـاد گـرفتن بـا ارتباطات دو جانبه صورت می گیرد. در این روش ها مطالب و مفاهیم با فعالیت های معلم و شاگردان کشف می شـود و هر یک از روش های انتخابی، محور تدریس قرار می گیرد. بـه عـلاوه ممکـن اسـت در درون آنهـا نیـز از یـک یـا چنـد روش جزئی استفاده شود. این روش ها مراحلی دارند و در آنها، تدریس به صورت منظم شـروع مـی شـود و تـا دریافـت مفهوم ادامه می یابد، از میان این روش ها می توان به روش اسـتقراریی، حـل مـسئله ، ایفـای نقـش، روش آزمایـشی و ... اشاره نمود.

۲- روش های مشارکتی

روش مشارکتی، از نظر فعال بودن جریان آموزش، از نوع روش های فعال به حساب می آید. ولی چیزی کـه روش هـای مشارکتی را از روش های فعال متمایز می سازد، مسئله همکاری و هم فکری چند شاگرد در راه رسیدن به هدف است.
امکان دارد روش فعال آموزش بین معلم و شاگرد صورت گیرد ولی روش مشارکتی به صـورت گروپـی اسـت و در آن منافع تیم یا گروه اهمیت زیادی دارد. یادگیری تعاونی حاصل فعالیت های مشارکتی می باشد.

روش های غیر فعال و یک جانبه

تعداد دیگری از روش های تدریس مثلا روش لکچر شاگردان را منفعل و معلمـان را فعـال مـی کنـد، زیـرا اطلاعـات بـه صورت یک جانبه داده می شود. از اینکه این روش ها اکتشافی نیـستند نمـی تـوان از آنهـا بـه تنهـایی در عملیـه تـدریس استفاده کرد.

وسیله ها و عناصر اساسی تدریس مضمون

۱- مواد و وسایل ممد درسی مور نیاز:

تختهٔ سیاه، تباشیر، مارکر، کتاب رهنمای معلم، روز نامه ها مجلات، چارتهای آموزشـی، فلـش کارتهـا، انـواع نقـشه های جغرافیایی، کامپیوتر، انترنـت، انـواع سـلایدها، تـصاویر، فلـم هـا، اطلـس هـای تـاریخی، مـدل کـرهٔ زمـین، گـراف ها،جدول مندلیف، شجره های سلسله های تاریخی، فلم های مستند تاریخی و داستانی در رابطه بـه موضـوع، عکـس هـا، نقاشی ها، اشکال و تصاویر از شخصیت های علمی و تاریخی، منـابع و کتـب معتبـر، البـوم مـسکوکات، پـول کاغـذی و فلزی و ... از جملهٔ موارد و وسایل ممد درسی بشمار می روند.

۲– انتظارات از معلم

الف– صلاحیت های عمومی

داشتن شهادتنامه لیسا نس یا اقلاً فوق بکلوریا با تجربهٔ معلمی، آشنایی با آخرین اطلاعات و دست آوردهای علمی مضمون، آشنایی با خصوصیات سنی و ذهنی شاگردان، آشنایی با روش های تدریس فعال و مشارکتی و شیوه های ارزیابی از دانستنی های شاگردان، علاقه مندی به شغل معلمی، و داشتن صلاحیت های اخلاقی.

ب– صلاحیت های اختصاصی ومسلکی

- توانایی در طراحی پلان درسی برای دروس مختلف.
- توانایی ادارهٔ صنف.
- توانایی استفاده از مواد و وسایل ممد درسی.

۳– انتظارات از مکتب

- فراهم کردن شرایط برای اجرای تدریس مضمون (تهیه کتب درسی، رهنمای معلم و لوازم ممد درسی).
- بر قراری ار تباط منظم با والدین شاگردان.
- توجه به مصوبات وزارت معارف در اجرای برنامهٔ زمانی.
- نظارت بر عملکرد معلمان در صنف و رهنمایی معلمان.
- ایجاد کتابخانه در مکتب.
- تهیه کتاب های مورد نیاز معلمان و شاگردان با همکاری خانواده ها.

٤– انتظارات از والدین شاگردان

- برقراری ارتباط با معلمین اطفال خود در مورد وضعیت تعلیمی شاگردان.
- با خبر بودن از پیشرفت درسی شاگردان.
- همکاری متداوم با مکتب.

رهنمای تدریس مضمون

در فصل اول این رهنما، شما معلمان محترم با مقدمات و کلیات مضمون درسی، روش های تدریس و روش های ارزیابی آشنا شدید. در این فصل با پلان سالانۀ تدریس و روش تدریس هر درس آشنا خواهید شد.

پلان سالانۀ تدریس

پلان سالانۀ تدریس، نشان میدهد که محتوای یک کتاب درسی در طول یک سال چگونه تقسیم بندی شود. در کشور ما شروع سال تعلیمی برای ولایات سرد سیر و گرم سیر فرق می کند. در ولایات گرمسیر سال تعلیمی از اول خزان شروع می شود و دو هفتۀ ماه جدی به امتحانات اختصاص داده شده و در هفتۀ آخر ماۀ جدی شاگردان به رخصتی می روند. در پایان آخرین ماه فصل بهار یعنی جوزا دو هفتۀ اول به امتحانات اختصاص داده شده و شاگردان در دو هفته آخر به رخصتی اخیر سال میروند .

در ولایات سردسیر، سال تعلیمی از دوم ماه حمل آغاز می شود. امتحانات چهار نیم ماهه در دو هفته آخر ماه سرطان آغاز می شود. شاگردان در دو هفتۀ اول ماه اسد پس از امتحانات به رخصتی تابستانی میروند. امتحانات پایان سال تعلیمی در دو هفتۀ اول ماه قوس شروع می شود و پس از آن شاگردان به رخصتی زمستانی میروند. طول سال تعلیمی در مجموع ۲۸ هفته است، برای تنظیم پلان سالانه تعداد صفحات کتاب درسی را بر عدد۲۸ تقسیم می کنیم. عدد بدست آمده نشان میدهد که در هر هفته چه تعداد صفحات از کتاب درسی را باید تدریس کنید.

پلان روزانۀ هر درس شامل اهداف آموزشی هر درس، روش های تدریس روش های ارزیابی، لوازم و مواد تدریس، فعالیت های تدریس(انجام فعالیت های مقدماتی مانند؛ ادای سلام و احوالپرسی، حاضری گرفتن، سوال نمودن از درس قبلی ایجاد انگیزه، ارائه درس جدید و ارزیابی از انداوخته های شاگردان)، پاسخ به سوال های متن و پایان درس و معلومات اضافی برای معلمان عزیز است که آن را به دقت مطالعه و با جدیت و دلسوزی، آگاهانه و مدبرانه هنگام تدریس شاگردان خویش تا حد ممکن تطبیق و عملی نمایند.

فصل اول

تعادل میخانیکی

نگاه عمومی فصل

هدف عمدهٔ فصل اول این است که شاگردان مفهوم علمی تعادل میخانیکی را دانسته و تشریح کرده بتوانند و در حیات روزمره از آن استفاده نمایند.

شاگردان باید با مطالعهٔ این فصل اهمیت و ارزش قوه، قوه های متلاقی، دریافت محصلهٔ قوه های متلاقی، تعادل کتلهٔ نقطه یی، قوهٔ متقابل، حالات تعادل در اجسام، مومنت قوه، تورک قوه و جهت دوران، قوه های موازی، تجزیهٔ یک قوه و زوج قوه را بدانند و همچنان کمیت های وکتوری با شرایط عمومی تعادل، تعبیر دیگری از فورمول مومنت و عملیات جبری آنها را تاحد نیاز شرح نمایند.

روش های تدریس: فعالیت گروپی، لکچر، سؤال و جواب

این فصل شامل (۹) عنوان درسی بوده و در چوکات (۱۶) ساعت درسی در نظر گرفته شده است که عناوین درس ها و تعداد ساعت های درسی در جدول ذیل معرفی گردیده است:

عنوان فصل	عنوان های درس ها	تعداد ساعت درسی
تعادل میخانیکی	قوه- قوه به حیث وکتور	۲
	قوه های متلاقی- محصله قوه ها- دریافت محصله قوای متلاقی	۲
	قوه هایی که بر نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کنند - تعادل کتلهٔ نقطه یی- قوهٔ متقابل	۲
	حالات تعادل در اجسام- مومنت قوه (تورک)	۲
	تورک (مومنت) محصله و جهت دوران- واحد مومنت	۲
	قوه های موازی-تجزیهٔ یک قوه- زوج قوه	۲
	شرایط عمومی تعادل- تغییر دیگری از فورمول مومنت	۱
	انتخاب موقعیت نقطهٔ دوران	۱
	حل سؤال ها و تمرین اخیر فصل	۲

عنوان درس: (قوه- قوه به حیث وکتور**)، شمارهٔ درس: (**۱**)، صفحهٔ کتاب: (**۲**)، وقت: (**دو ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– **موضوع درس**	قوه –قوه به حیث وکتور
۲– **نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)**	• تعریف و دانستن مفهوم قوه. • پی بردن براینکه قوه یک کمیت وکتوری است. • فهمیدن اینکه قوه می تواند باعث تغییر شکل در جسم شود. • تعریف، تشخیص و تفکیک نمودن قوه ها از هم دیگر. • حصول مهارت در اجرای فعالیت های (۳-۱) و (۴-۱) درس برای درک این حقیقت که قوه می تواند باعث تغییر شکل جسم شود. • حصول توانایی در حل سؤالهای درس.
۳– **روش های تدریس**	لکچر، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴– **مواد ممد درسی**	ترازوی فنری یا کایل، مقناطیس، وزنه یا گلوله، میز
۵– **قـــسمت ورودی درس** (۵) دقیقه	- بعد از سلام دادن و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی از مبحث قوه ها (از فزیک صنف هشتم)، غرض ایجاد انگیزه توجه شاگردان را به قوه و وکتور با پرسش های ذیل جلب کنید: چرا قوه وکتور است؟ چه چیز سبب شتاب حرکت جسم می گردد؟ وقتی توسط چکش بالای یک میخ قوه عمل می کند، آیا میخ هم بالمقابل بالای چکش قوه وارد می کند؟ انواع قوه ها را نام ببرید.
۶– **فعالیـت جریـان درس (ساعت اول)** (۲۸) دقیقه	- به نظریه های بعضی از شاگردان در مورد (قوه- قوه به حیث وکتور) گوش دهید و با ارائهٔ مثال آنها را همکاری کنید تا درمورد مفهوم قوه و وکتور آشنایی حاصل نمایند. - ارتباط درس جدید (قوه- قوه به حیث وکتور) با درس قبلی تأمین گردد. - شاگردان را به گروپ ها تنظیم نموده و از فعالیت آنها در جریان ساعت اول کنترول نمایید. - محتویات و فعالیت ها را به دو حصه تقسیم نموده و در دو ساعت درسی تطبیق نمایید. - در جریان ساعت اول درسی به سؤالهای مطروحهٔ شاگردان جواب ارائهٔ نمایید. - در ختم فعالیت جریان درس (ساعت اول) از نمایندهٔ هر گروپ بخواهید که نظرهای گروپ خویش را دربارهٔ (قوه –قوه به حیث وکتور) ارایه و جمع بندی نمایند. - نظریه های شاگردان را روی تخته یادداشت کرده و صورت درست و نا درست آنها را به همکاری شاگردان از هم تفکیک کنید. - در آغاز ساعت اول از یک شاگرد بخواهید که متن درس (قوه- قوه به حیث وکتور) را بخواند. - در هر مرحلهٔ درس به سؤالات شاگردان پاسخ ارائهٔ نمایید و آنها را در فهم مفاهیم و اصطلاحات با ارائهٔ مثالها کمک کنید.

۷– **تحکیم درس** (۷) دقیقه	بعد از تشریح مختصر درس، سؤالهای مرتبط با اهداف درس؛ مانند: قوه را تعریف کنید و واحد آن را بیان نمایید، چرا قوه یک کمیت وکتوری است؟ کتلهٔ نقطه یی را تعریف کنید را مطرح کرده و روی نکات کلیدی آن بحث نمایید.
۸– **ارزیابی ختم درس** (۵) دقیقه	درس را با شیوه های مشاهده از کار گروپی و پرسیدن سؤال های شفاهی ارزیابی کنید.
۹- **جواب به سؤال های متن درس**	سؤال حل ناشده در متن درس اول وجود ندارد.
۶– **فعالیت جریان درس ساعت دوم** (۳۳) دقیقه	– بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ایجاد انگیزه، یک میز را گرفته و یک گلولهٔ کوچک را روی آن قرار دهید. – شاگردان را به گروپ های مختلف تقسیم کنید. – از شاگردان بخواهید تا به ترتیب فعالیت (۴-۱) صفحهٔ ۵ را اجرا کنند. – معلم محترم، وسایل (گلولهٔ آهنی کوچک، میلهٔ مقناطیسی، کایل و میز) را قبل از آغاز تجربه تهیه نماید. – به شاگردان هدایت دهید که گلولهٔ آهنی را روی میز قرار دهند و به آن یک نفر آنها اندک ضربه وارد نماید و بعداً یک میلهٔ مقناطیس را از جانب مقابل به گلولهٔ مذکور نزدیک سازد و اکنون از آنها بخواهید تا مشاهدات خود را در این مورد ثبت و با هم مباحثه نمایند. – هر گروپ نتایج عمده یی را که گروپ اش ثبت نموده، در مقابل صنف به حضور معلم محترم، روی تخته تحریر نماید. – خلاصهٔ نتایج را روی تخته بنویسید. – در ختم درس، شش تمرین را توسط شاگردان به مباحثه قرار داده، نتیجهٔ بحث اعضای گروپ را با شاگردان در میان بگذارید و در هر مرحله آنها را کمک و رهنمایی کنید.
۸،۷– **تحکیم، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم)** (۱۲ دقیقه)	برای تحکیم هر چه بیشتر درس، ارزیابی و ختم درس مطابق به رهنمایی های ساعت اول این درس عمل شود. در این ساعت توجه و کوشش گردد تا از چک لست و اندازهٔ سهم گیری شاگردان در حل سؤالات صفحهٔ ۶ کتاب درسی استفادهٔ بیشتر صورت گیرد.

۹- **جواب به سؤال های درس**	می دانیم که: واحد اندازه گیری طول متر است و طول یک متر مساوی به $\frac{1}{10000000}$ حصهٔ فاصله بین خط استوا و قطب زمین تعیین شده است، کیلوگرام واحد کتله است. وقت در فزیک به ثانیه اندازه می گردد، یک ثانیه $\frac{1}{86400}$ حصهٔ یک شبانه روز است. ۱- واحدهای اساسی در سیستم بین المللی (SI)، m، kg و ثانیه (s) می باشد. برای تعریف و توضیح بیشتر آنها از صفحهٔ ۱۵ فصل دوم (مبحث اندازه گیری) کتاب درسی فزیک صنف دهم استفاده کنید. ۲- در سیستم (SI) واحد های قوه داین و نیوتن است. داین عبارت از آن مقدار قوه است که؛ اگر بالای یک گرام کتله وارد شود به آن تعجیلی به اندازهٔ $1cm/s^2$ به جهت قوه می دهد و نیوتن عبارت از مقدار قوهٔ است که بالای یک کیلو گرام کتله عمل نموده و به آن تعجیلی به اندازهٔ $1m/s^2$ به جهت قوه میدهد. ۳- واحد قوه در سیستم بین المللی (SI) یک واحد فرعی است؛ زیرا واحدات فرعی مستقل نبوده؛ بلکه ارتباط و بسته گی به واحدات اساسی دارند که از عملیه های سادهٔ ضرب و تقسیم واحدات اساسی بدست می آیند. در اینجا قوه از حاصل ضرب کتله و شتاب که واحد شتاب به نوبهٔ خود از حاصل تقسیم متر و مربع زمان حاصل می شود که به زبان ریاضی چنین می نویسیم: تعجیل × کتله = قوه $F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t}$ از رابطهٔ فوق واحد ها چنین بدست میآید: $N = kg \cdot \frac{m/s}{s}$ $N = Kg\, m/s^2$

۱۰- معلومات اضافی	در اکثر ممالک جهان جهت سهولت و آسانی کار در محاسبات، سیستم متریک مورد استفادهٔ علما و ساینس دانان قرار گرفته و برای اندازه گیری در محاسبات و عملیه های لابراتواری انتخاب شده است، سیستم متریک به دو گروپ c,g,s و m,k,s تقسیم شده است. ۱- در سیستم (c,g,s)فاصله به سانتی متر (cm)، کتله به گرام (gr) و وقت به ثانیه (sec) اندازه می گردد. ۲- در سیستم (m,k,s) فاصله به متر (m)، کتله به کیلوگرام (kg) و وقت به ثانیه (sec) اندازه می گردد. در سال ۱۷۹۱ میلادی علمای ساینس فرانسه تصمیم گرفتند تا یک عامل طبیعی را معیار واحد طول (متر) انتخاب کنند. متر معیاری از الیاژ ٪۹۰ پلاتین (pt) و ٪۱۰ ایریدیم (Ir) ساخته شده است که طول آن در صفر درجهٔ سانتی گرید یک متر قبول شده است؛ چون طول فلزات به اثر گرمی و سردی هوا کم و زیاد می شود؛ بنابراین باید متر معیاری در حرارت صفر درجهٔ سانتی گرید و فشار ۷۶۰ ملی متر ستون سیماب نگهداری و حفاظت شود. متر معیاری در موزیم اوزان و مقادیر بین المللی در شهر severs فرانسه نگهداری شده است و نمونه های آن به ممالک دیگر نیز فرستاده شده است. وزن یکی از خواص ماده است و به هر اندازه که مقدار ماده در یک جسم زیاد باشد به همان اندازه وزن آن در محل معین بیشتر است. وقتی جسمی را بلند می نماییم، می گوییم که وزن را بلند کرده ایم؛ اگر برای بلند کردن جسمی قوهٔ عضلاتی بیشتر لازم باشد، می گوییم که جسم مذکور دارای وزن زیاد تر است و یا این جسم سنگین تر است و یا اگر جسمی یک فنر آویزان شده را بیشتر از یک جسم دیگر کش کند، می گوییم که جسم اولی از جسم دومی سنگین تر است و برعکس جسم دومی از جسم اولی سبکتر است. اگر به این عقیده باشیم که وزن یک جسم و کتلهٔ آن یک چیز است اشتباه نموده ایم؛ زیرا اگر جسمی را به ترازوی فنری آویخته و به نقاط مختلف روی زمین سفر کنیم متوجه می شویم که نظر به موقعیت های مختلف جسم در روی زمین، قوهٔ کشش فنر فرق می کند که در حقیقت قوهٔ وارده از طرف جسم بالای فنر نظر به ارتفاع از مرکز ثقل زمین فرق می کند، بنابرآن کتله و وزن یک جسم یک چیز شده نمی تواند. وزن یک جسم عبارت از قوهٔ جاذبهٔ زمین است که بالای جسم عمل می کند و آن را توسط یک قوه سنج فنری می توان اندازه کرد. هر قدر ارتفاع یک جسم از سطح کرهٔ زمین زیاد شود به همان اندازه از وزنش کاسته می شود، در حالی که در کتله اش تغییری رخ نمی دهد.

عنوان درس: (قوه های متلاقی - دریافت محصلهٔ قوه ها**)، شمارهٔ درس: (۲)، صفحهٔ کتاب: (۶)، وقت: (**دو ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- **موضوع درس**	قوه های متلاقی - دریافت محصلهٔ قوه ها
۲- **نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)**	• دانستن مفهوم قوه های متلاقی و دریافت محصلهٔ هندسی آن ها توسط اشکال. • اجرا نمودن فعالیت های متن صفحهٔ ۷ و ۸ و حصول توانایی برای ترسیم نمودن اشکال صفحه های ۸ و ۹ کتاب درسی. • دانستن مراحل ثبوت فورمول $R=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\alpha}$. • فهمیدن این که مقدار قوهٔ محصله به بزرگی زاویه یی که بین دو قوه وجود دارد، ارتباط دارد. • در مورد تحول زاویهٔ $\hat{\alpha}$ که از تقاطع دو وکتور به وجود می آید بحث کرده بتوانند.
۳- **روش های تدریس**	لکچر، کار گروپی، سؤال و جواب
۴- **مواد ممد درسی**	پایه، گیرا، نخ (تار)، اوزان، ترازوی فنری، خط کش، تخته، تباشیر
۵- **قسمت ورودی درس** (۵) دقیقه	بعد از سلام دادن و احوال پرسی، تنظیم صنف و یاد آوری مختصر از درس قبلی (قوه و قوه به حیث وکتور)، غرض ایجاد انگیزه توجه شاگردان را به درس جدید (قوه های متلاقی و دریافت محصلهٔ آنها) یا طرح سؤالهای مانند ذیل جلب کنید: به نظر شما کدام قوه ها، قوه های متلاقی نامیده می شوند؟ محصلهٔ قوه ها چه مفهومی دارد؟ آیا می دانید که چه وقت محصلهٔ قوه ها مساوی به صفر می شود؟
۶- **فعالیت جریان درس (ساعت اول)** (۲۸) دقیقه	- به نظریه های شاگردان در مورد قوه های متلاقی و محصلهٔ آنها گوش دهید و برای فهم بیشتر موضوع، آنها را با مثالهای متعدد کمک کنید تا به مفهوم قوه های متلاقی و دریافت محصلهٔ آن ها معرفت حاصل نمایند. - قوه های متلاقی را به شاگردان توضیح نموده، آنها را با عملیهٔ دریافت محصلهٔ قوه ها کمک و رهنمایی کنید. - شاگردان را به دو گروپ تقسیم نموده و بین گروپ ها اجرای فعالیت صفحات ۷ و ۸ را به کمک اشکال مربوط درس به راه اندازید و از گروپها مراقبت کنید تا در اجرای فعالیت ها به دقت عمل نموده و باهم بحث نمایند. - برای آموزش مؤثر تر از شاگردان بخواهید تا هر کدام آنها ترسیم نمودن گرافیکی اشکال را مشق و تمرین نمایند.

	- به طور منظم هنگام اجرای فعالیت شاگردان را رهنمایی و کمک نمایید. - در آغاز ساعت دوم این درس بحث محصلهٔ قوه های متلاقی به صورت الجبری را برای آنها مطابق متن درس توضیح دهید. - در مورد تحول زاویهٔ α که از تقاطع دو وکتور به وجود آمده است مباحثه کنید. - شاگردان با همکاری معلم محترم اشکال صفحهٔ ۱۲ متن کتاب درسی را تکمیل نمایند. - محتویات و فعالیت ها را شاگردان در آغاز ساعت درسی تطبیق نمایند و مباحث را طوری جمع بندی و یکجا سازند که مفهوم محصلهٔ قوه ها واضح گردد. - از یک شاگرد بخواهید تا متن درس را بخواند و برای سؤال های شاگردان پاسخ دهید.
۷- **تحکیم ساعت اول درس** (۷) دقیقه	بعد از تکرار و تشریح مختصر درس (قوه های متلاقی و دریافت محصلهٔ آنها)، با یادآوری از نکات کلیدی درس و با طرح سؤالاتی مانند: محصلهٔ قوه های متلاقی به چند طریق بدست آمده می تواند؟ اگر $\alpha = 180^\circ$ باشد، $R = ?$ ، حاصل جمع وکتورهای همه قوه های مؤثر بر جسم چه نامیده می شود؟ قوه ها بر اساس کدام قوانین جمع می شوند؟ اگر جسم درحال تعادل قرار داده شود، محصلهٔ قوه ها مساوی به چه است؟ و امثال آن درس را تحکیم بخشیده روی مبحث قوه های متلاقی و دریافت محصلهٔ آنها با شاگردان به طور کوتاه مباحثه کنید.
۸- **ارزیابی ختم درس** (۵) دقیقه	درس را با شیوه های مشاهده از کار خانه گی و استفاده از چک لست تهیه شده و همچنان پرسیدن سؤال های شفاهی ارزیابی کنید.
۹- **جواب به سؤال های درس**	سؤال حل ناشده در متن ساعت اول درس وجود ندارد.

۶– **فعالیت جریان درس (ساعت دوم)** (۳۳) دقیقه	– بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، تکرار نکات کلیدی درس گذشته و ایجاد انگیزه به شاگردان، با تطبیق هدایات ذیل به جریان درس بپردازید. – گروپ ها را تنظیم و ترتیب نمایید. – در اشکال (۹–۱)، (۱۰–۱) و (۱۱–۱) دو قوهٔ $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ را که در سه حالت تحت زوایای α_1، α_2 و α_3 بالای یک جسم عمل می کنند در نظر بگیرید. مشاهدات خود را تحریر کرده مباحثه نمایید. – در حل تمرینهای مربوط به اشکال صفحهٔ دوازدهم متن کتاب درسی با شاگردان کمک و همکاری نمایید. – از شاگردان بخواهید تا در ثبوت فورمول $R=\sqrt{\overrightarrow{F_1}^2+\overrightarrow{F_2}^2+2\overrightarrow{F_1}\overrightarrow{F_2}\cdot\cos\alpha}$ سهیم شوند. – در حالت هایی که α مساوی به (0°، 90° و 120°) باشد. از شاگردان بخواهید تا در مورد تحول $\hat{\alpha}$ در فورمول $R=\sqrt{F_1^2+F_2^2+F_1F_2\cos\alpha}$ با هم بحث نمایند و نتیجه را به حضور معلم محترم در مقابل صنف گزارش دهند.
۷–۸ **تحکیم، ارزیابی و ختم درس** (۱۲ دقیقه)	در این مرحله مطابق هدایات قبلی (ساعت اول این درس) عمل کنید.
۹- **جواب به سؤال های درس**	حل: الف) به طریقهٔ محاسبه یی (استفاده از فورمول) به رویت فورمول داریم: حل (۱) $F_1=2N$ $F_2=3N$ $\hat{\alpha}=30^\circ$ $R=?$ $R=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\alpha}$ $R=\sqrt{(2)^2+(3)^2+2\times2\times3\times\frac{\sqrt{3}}{2}}$ $R=\sqrt{4+9+2\times3\times\sqrt{3}}$ $R=\sqrt{13+6\sqrt{3}}$ $R=\sqrt{13+6\times1.7}$ $R=\sqrt{13+10.2}=\sqrt{23.2N^2}$ $R=4.816N$

2-

$F_1 = 3N$ $\qquad R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$

$F_2 = 4N$ $\qquad R = \sqrt{9 + 16 + 2\times 3\times 4\times \frac{1}{2}}$

$\hat{\alpha} = 60^\circ$ $\qquad R = \sqrt{37N^2} \Rightarrow R = 6.16N$

$R = ?$

3-

$F_1 = 6N$ $\qquad R = \sqrt{(6)^2 + (8)^2 + 2\times 6\times 8\times \cos 90}$

$F_2 = 8N$ $\qquad R = \sqrt{36 + 64 + 0}$

$\hat{\alpha} = 90^\circ$ $\qquad R = \sqrt{100N^2}$

$\cos\hat{\alpha} = \cos 90^\circ = 0$ $\qquad R = 10N$

$R = ?$

۴-

$F_1 = 2N$

$F_2 = 5N$

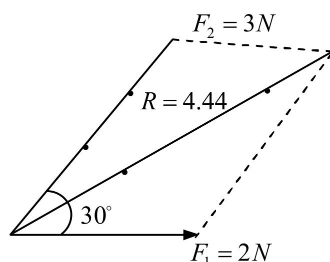
$\hat{\alpha} = 120^\circ$

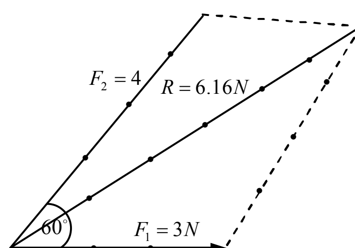
$\cos 120^\circ = \cos(90^\circ + 30^\circ) = -\sin 30^\circ = -1/2$

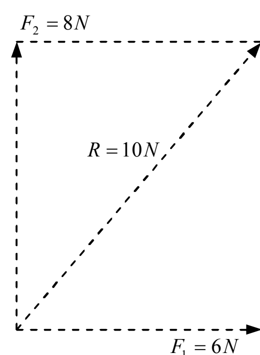
$R = ?$

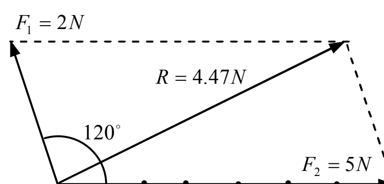
$$\left\{\begin{aligned} R &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 120^\circ} \\ R &= \sqrt{4 + 25 + 2\times 2\times 5\times(-\frac{1}{2})} \\ R &= \sqrt{29 - 10} = \sqrt{19N^2} = 4.47N \end{aligned}\right.$$

ب) به طریقهٔ تکمیل متوازی الاضلاع:









۱۰– معلومات اضافی	معلم محترم، برای دریافت محصلهٔ قوه ها از طریق تکمیل نمودن متوازی الاضلاع در متن کتاب درسی کار شده است؛ اما از طریق استفاده از فورمول به جز یک سؤال، دیگر کار صورت نگرفته است. بنابرآن برای رسیده گی بیشتر با حل این مشکل یک تعداد سؤال ها را مطابق به فورمول حل می نماییم تا شما نیز حل نظیر این سؤالها را با شاگردان کمک و رهنمایی نمایید.

۱– دو قوهٔ F_1 و F_2 به ترتیب $15N$ و $20N$ اند و تحت زاویهٔ صفر درجه بر یکدیگر عمل می کنند. محصلهٔ قوه های مذکور را دریابید.

$F_1 = 15N \qquad R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cdot \cos 0^\circ}$

$F_2 = 20N \qquad R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2} = \sqrt{(F_1 + F_2)^2}$

$\hat{\alpha} = 0 \qquad R = F_1 + F_2$

$R = ? \qquad R = 15N + 20N$

$R = 35N$

۲– دو قوهٔ مساوی، هر یک به اندازهٔ $20N$ تحت زاویهٔ 180° بالای یک جسم عمل نموده اند، نتیجهٔ قوه های مذکور را معلوم کنید.

$F_1 = 20N \qquad R = F_1 - F_2$

$F_2 = 20N \qquad R = 20N - 20N = 0$

$\hat{\alpha} = 180^\circ$

$R = ?$

۳– یک قوه به اندازهٔ $45kg^*$ و دومی به اندازهٔ $60kg^*$ روی یک خط مستقیم به جهت های متقابل بالای یکدیگر عمل می نمایند، مقدار محصله قوه های مذکور را دریافت کنید.

$F_1 = 45kg^* \qquad R = F_2 - F_1$

$F_2 = 60kg^* \qquad R = 60kg^* - 45kg^*$

$R = ? \qquad R = 15kg^*$

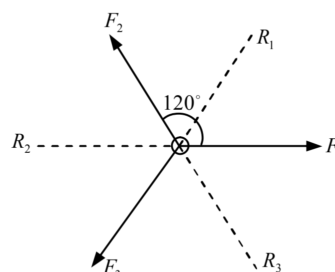
۴– سه قوه $F_1 = F_2 = F_3$ تحت زاویهٔ 120° بالای یک جسم عمل می نمایند مقدار محصلهٔ قوه های مذکور را دریابید: $\cos 120^\circ = -1/2$

$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos\hat{\alpha}} = \sqrt{2F^2 + 2F^2 \times (-1/2)}$

$= \sqrt{2F^2 - F^2}$

$= \sqrt{F^2}$

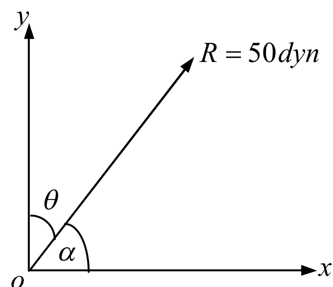
$R = F$



طوری که دیده می شود محصلهٔ هر جوره قوه های مذکور باهم مساوی و مختلف الجهت با قوهٔ سومی اند؛ بناءً محصلهٔ مجموعی آنها مساوی به صفر $(R = F - F = 0)$ است.

.

۵- یک قوهٔ محصله به اندازهٔ $50dyn^{\circ}$ با محور قایم زاویهٔ 30° را تشکیل داده مرکبه های عمودی و افقی قوهٔ محصلهٔ مذکور را دریابید.



$$F_y = R \cdot \sin\hat{\alpha}$$
$$= 50dyn \cdot \sin 60^{\circ}$$
$$= 50dyn \cdot \sqrt{3}/2$$
$$= 25 \times \sqrt{3} = 43.25dyn$$
$$F_x = R \cdot \cos\hat{\alpha}$$
$$= 50dyn \cos 60$$
$$= 50dyn \cdot 1/2$$
$$F_x = 25dyn$$

۶- قوهٔ محصله به اندازهٔ $20N$ تحت زاویهٔ 45° با محور افقی قرار دارد، مرکبه های عمودی و افقی قوهٔ محصلهٔ مذکور را دریافت کنید.

$R = 120N$ $\qquad F_y = R \cdot \sin\hat{\alpha}$

$\hat{\alpha} = 45^{\circ}$ $\qquad F_1 = F_y = 120N \cdot \sin 45^{\circ} = 120 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 60 \times 1.41 = 84.6N$

$F_1 = ?$ $\qquad F_2 = F_x = R \cdot \cos\hat{\alpha} = 120 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 60 \times 1.41 = 86.6N$

$F_2 = ?$

پس مرکبه های افقی و عمودی قوهٔ محصله باهم مساوی اند.

جدول نسبت های مثلثاتی بعضی از زوایای ضروری

زوایا / **نسبت های مثلثاتی**	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°	270°	360°
$\sin\hat{\alpha}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{\sqrt{2}}$ یا $\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ یا $\frac{2}{\sqrt{2}}$	$1/2$	0	-1	0
$\cos\hat{\alpha}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{2}{\sqrt{2}}$ یا $\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$\frac{-1}{\sqrt{2}}$ یا $\frac{2}{-\sqrt{2}}$	$\frac{-\sqrt{3}}{2}$	1	0	1
$tg\,\hat{\alpha}$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	∞	$-\sqrt{3}$	-1	$\frac{-\sqrt{3}}{3}$	0	∞	0

عنوان درس: (قوه هایی که بر نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کنند، تعادل کتلهٔ نقطه یی و قوهٔ متقابل)، **شمارهٔ درس:** (۳)، **صفحهٔ کتاب:** (۱۳)، **وقت:** (دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قوه های که بر نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کنند- کتلهٔ نقطه یی و قوه متقابل
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفاهیم قوه هایی که بر نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کند، کتلهٔ نقطه یی، تعادل عکس العمل یک جسم در برابر تأثیر یک قوه و قوهٔ متقابل. • پی بردن اینکه اگر دو قوه بر دو نقطهٔ یک جسم عمل کنند، چگونه می توان محصلهٔ آنها را به هر دو صورت (هندسی و فورمول) بدست آورد؟ • کسب توانایی برای انجام دادن فعالیت های متن درس صفحهٔ (۱۶) و حل نمودن تمرینات صفحهٔ (۱۴).
۳– روش های تدریس	لکچر، کارهای گروپی، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	ترازوی فنری، پایه، فنر، تار، قیچی، گوگرد و بکس اوزان
۵– قسمت ورودی درس (۵) دقیقه	– بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از دریافت محصلهٔ قوه های متلاقی، توجه شاگردان را به درس جدید (قوه هایی که بر نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کنند، تعادل کتلهٔ نقطه یی و قوهٔ متقابل) با طرح سؤالهای مانند ذیل جلب کنید: اگر دو قوه بر دو نقطهٔ یک جسم عمل کنند چگونه می توان محصلهٔ آنها را به صورت هندسی بدست آورد؟ چگونه می توان تعداد و موقعیت نقطهٔ تأثیر محصلهٔ دو قوهٔ متلاقی را بدست آورد؟ اهمیت کتلهٔ نقطه یی چیست؟
۶– فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸) دقیقه	– به نظریه های شاگردان در مورد قوه هایی که به نقاط مختلف یک جسم تأثیر می کنند و همچنان تعادل کتلهٔ نقطه یی و قوهٔ متقابل گوش دهید. – برای شاگردان قوه های متلاقی و محصلهٔ آنها را یادآوری کنید و هم چنان تعادل کتلهٔ نقطه یی و قوهٔ عمل و عکس العمل را با قوه های متلاقی ارتباط دهید. – شاگردان را برای حل تمرینات همکاری نمایید. – شاگردان را به گروپها تنظیم کنید و از آنها بخواهید تا در مورد اهمیت فعالیت (۱۹-۱) با هم بحث نمایند و نتایج آنرا به صنف گزارش دهند. – در مورد سؤال های آزاد شاگردان جواب ارائه نمایید بعداً از نمایندهٔ هر گروپ بخواهید که نظریات گروپها را دربارهٔ تعادل کتلهٔ نقطه یی و قوهٔ متقابل جمع بندی و توحید نمایند. – نظریات شاگردان را از روی تخته یادداشت کرده درست و نادرست آن را به همکاری آنها از هم تفکیک دهید. – در ختم فعالیت باید شاگردان قادر به ارائهٔ جواب به سؤال اخیر مربوط فعالیت اول گردیده رابطهٔ تساوی قوهٔ متقابل و قوهٔ وزن در تجربه را توضیح داده بتوانند. – از شاگردان بخواهید تا فعالیت متن کتاب درسی را در ساعت درسی اول تطبیق نمایند. – از یک شاگرد بخواهید که متن درس را بخواند و سپس به سؤالات شاگردان جواب ارائه نمایید. – یکبار دیگر مفاهیم اساسی درس را به طور خلاصه در ختم ساعت درسی دوم به شاگردان ارائه کنید.

۷– **تحکیم درس** (۷) دقیقه	نکات کلیدی را به طور فشرده تکرار نموده و سؤالاتی را مانند ذیل را با شاگردان مطرح سازید: رول کتلۀ نقطه یی در حل مسایل فزیکی در چه است؟ اگر یک قوه بر یک جسم عمل کند جسم در مقابل آن چه عکس العمل نشان می دهد؟ آیا می توان تأثیر قوۀ وزن یک جسم را از بالای آن جسم از بین برد؟ همچنان سؤالهای مانند آن را مرتبط به اهداف درس مطرح و با شاگردان به بحث بگیرید.
۸– **ارزیابی ختم درس** (۵) دقیقه	درس رابا شیوه های مشاهده از کار گروپی و پرسیدن سؤالهای شفاهی ارزیابی کنید و خود را مطمئن سازید که شاگردان به اهداف درس رسیده اند.
۹- **جواب به سؤال های درس**	(see below)

حل سؤال۱:

محصلۀ قوه ها عبارت از جمع وکتوری قوه هایی است که بریک جسم عمل می کنند. برای تشکیل یک محصله حداقل در عین وقت باید بیشتر از یک قوه موجود باشد تابر جسم عمل کند و از نظر ریاضی محصله را به سمبول های $(\vec{R})$، $(\overrightarrow{\sum F})$ و یا (F_{net}) علامه گزاری کرده اند.

حل سؤال ۲:

$F_2 = 4N$ $\quad$ $F_1 = 4N$

حل مربوط شکل a:

$$\vec{R} = \vec{F_2} - \vec{F_1}$$
$$\vec{R} = \vec{4}N - \vec{4}N$$
$$R = 0$$

حل مربوط شکل b:

$F_2 = 4N$ $\quad$ $R = 5.65N$ $\quad$ $F_1 = 4N$

$\vec{F_1} = \vec{F_2} = 4N$

$\alpha = 90^\circ$

$R = ?$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2\times 0}$$
$$R = \sqrt{16+16}$$
$$R = \sqrt{32N^2}$$
$$R = 5.65N$$

حل مربوط شکل c:

$F_1 = 4N$ $\quad$ 60° $\quad$ $R = 4N$ $\quad$ 60° $\quad$ $F_2 = 4N$

$\vec{F_1} = \vec{F_2} = 4N$

$\hat{\alpha} = 120^\circ$

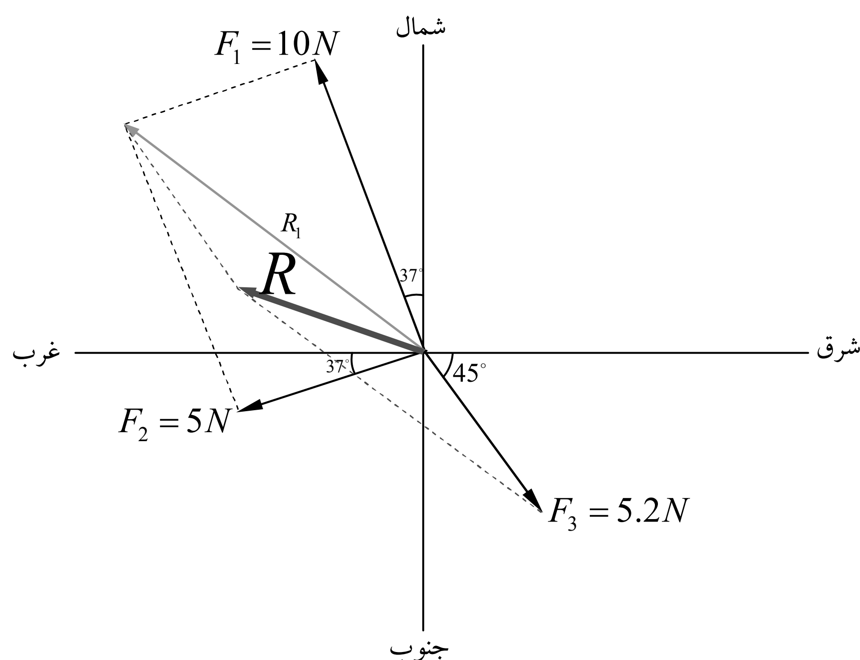
$R = ?$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\hat{\alpha}}$$
$$R = \sqrt{4^2 + 4^2 + 2\times 4\times 4\cdot\cos 120^\circ}$$
$$R = \sqrt{16+16+2\times 4\times 4\times(-1/2)}$$
$$R = \sqrt{16+16-16}$$
$$R = \sqrt{16N^2}$$
$$R = 4N$$

معلم صاحب محترم! لطفاً متن این سؤال را در صفحهٔ ۱۴ کتاب درسی طور ذیل اصلاح نمایید:

۳- در شکل d سه قوه بر یک جسم عمل میکند، با استفاده از طریقهٔ متوازی الاضلاع قوهٔ محصله یی را که بر جسم وارد میگردد، رسم نمایید. (قیمت های داده شدهٔ sin و cso زوایای مربوط ضرورت نیست، حذف نمایید).

حل: با توجه به اندازهٔ قوه ها، مقدار و جهت قوهٔ محصله با استفاده از طریقهٔ متوازی الاضلاع طور ذیل رسم گردیده است:

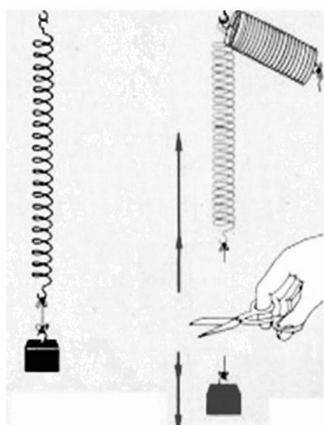


۶- فعالیت جریان درس (ساعت دوم)

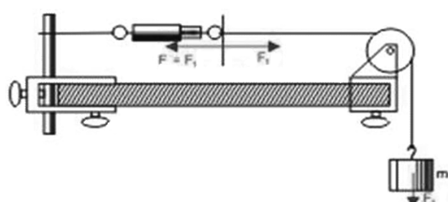
(۳۳) دقیقه

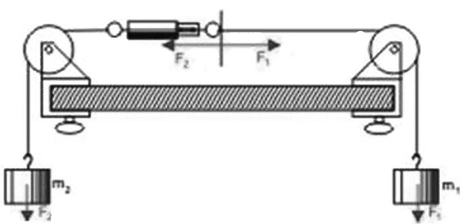
- ده دقیقهٔ اول درس را به ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم صنف، تکرار نکات کلیدی درس گذشته (دریافت محصلهٔ قوه های متلاقی) و ایجاد انگیزه با طرح این سؤال که (آیا تأثیر یک قوه بدون موجودیت قوهٔ عکس العمل امکان دارد؟) اختصاص دهید.
- (۲۳ دقیقهٔ) بعدی را با تطبیق هدایات ذیل به جریان درس بپردازید:
- شاگردان را به گروپها تنظیم کنید و به طرزالعمل های زیر در گروپها اقدام نمایید.

۱- یک جسم کوچک را به وسیلهٔ تار به فنر بیاویزید.
۲- تار را با یک قیچی مطابق شکل فوق قطع نمایید.



- از شاگردان بخواهید تا آنها مشاهدات و اجراآت مربوط به فعالیت را ثبت و انجام دهند.
- شاگردان را به مشاهدات از اشکال (۲۳-۱) و (۲۴-۱) وادارید تا در اظهار نظر اعضای گروپ خود سهیم شوند.





- هر سرگروپ نتایج عمدهٔ یی را که گروپ اش تحریر نموده در مقابل صنف روی تخته ارائه نماید.

معلم محترم، تعریف مناسب قوهٔ متقابل را با استفاده از متن درس به شاگردان ارائه کرده و به سؤالهای آنها جواب ارائه نمایید.

تبصره: بخاطر باید داشت که:

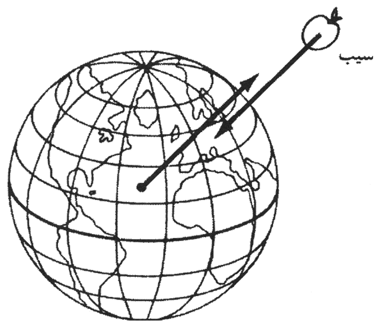
۱- معلم قبل از اجرای فعالیت وسایل تجربه را تهیه می نماید.
۲- معلم شاگردان را در اجرای فعالیت کمک می نماید.

۸،۷ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (۱۲ دقیقه)	درس را با تشریح مختصر و طرح سؤالات کوتاه؛ مانند: قوهٔ متقابل کدام نوع قوه را گویند؟ قوه های عمل و عکس العمل از هم چه فرق دارند؟ چرا ما نمی توانیم با اثر قوهٔ خود موتر لاری را تغییر موقعیت دهیم؟ و بحث روی قوه های عمل، عکس العمل و قوهٔ متقابل با شاگردان، تحکیم بخشید. درس را با شیوه های مشاهده از کار گروپی و پرسیدن سؤالهای شفاهی ارزیابی کنید.
۹- **جواب به سؤال های درس**	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۱۰- **معلومات اضافی**	مهندسان و معماران که کار شان طراحی پل ها، ساختمان ها، وسایر بنا ها ست، باید بدانند که تحت چه شرایطی یک جسم، حتی با تحمل قوه های خارجی وارد بر آن، پابرجا خواهد ماند؛ به طور مثال: طراح یک پل راه آهن باید مطمئن باشد که این پل وقتی یک قطار سنگین از روی آن می گذرد، د چار فرو رفته گی ویا شکسته گی نشود. جسمی که حتی با تحمل قوه های بسیار هم استوار می ماند، در حال تعادل است. در علم فزیک، شاخه یی که شرایط تعادل یک جسم را مورد مطالعه قرار می دهد، ارتجاعیت شناسی نام دارد. ارتجاعیت شناسی قدیمترین رشته در فزیک بوده چنانکه از بعضی نشانه های قدیم رومیان، یونانی ها و مصری ها از طاق های زیبایی که به دروازه ها و پل ها زده اند، پیدا است. آنها آگاهی خوبی از اصول بنیادی ارتجاعی شناسی داشتند. قدیم ترین کتاب فزیک که تاکنون از دوران باستان باقی مانده، رساله یی از ارشمیدس است که در آن به ارتجاعیت شناسی کشتی ها می پردازد. در این بخش تیرها و ستون ها- کاملاً ساکن باقی می مانند؛ یعنی تغییر شکل نمی کنند. این در حقیقت نشان میدهد که قوه ها را آنقدر بزرگ نمی گرفتند که خمیده گی یا تراکم عمده را در تیرها یا ستون ها ایجاد کنند. در اخیر این بحث نگاهی اجمالی به پدیدهٔ تغییر شکل اجسام جامد تحت تأثیر قوه های بزرگ خواهیم داشت. برای اینکه یک جسم در حال سکون باشد، باید شتاب انتقالی وشتاب دوران آن صفر باشد؛ بنابران شرط تعادل یک جسم این است که مجموع قوه های خارجی و مومنت قوه های خارجی وارد به جسم صفر باشند، به این معنی که قوه ها و مومنت قوه ها متوازن هستند، هر قوه با قوه های دیگر و هر مومنت با مومنت یا مومنت های دیگر خنثی شده است که این بحث را به دروس فصل های مربوط این کتاب به تفصیل مطالعه خواهیم کرد. کشتی (a) را در نظر بگیرید فرضاً این کشتی با قوهٔ 2×10^5 نیوتن، کشتی (b) را کش می کند در آن صورت عمل متقابل کشتی (b)،کشتی (a) را به عقب می راند، بدین ترتیب این دو قوهٔ عمل و عکس العمل متقابل سبب راندن کشتی ها به طرف جلو و یا عقب آنها می شود. نکتهٔ مهم این است که قوه ها همیشه به صورت یکجا وجود دارند و هر یک از آنها بدون دیگری نمی تواند وجود داشته باشد. (ب)　　　　(الف)

کشتی کش کنندهٔ a قوه یی به اندازهٔ $2\times10^5 N$ به کشتی b وارد می کند. از این قوه؛ بنابر قانون سوم نیوتن، کشتی b قوه یی به اندازهٔ $2\times10^5 N$ را به کشتی a وارد می کند. توجه کنید که اگر چه قوه ها دارای مقادیر برابر هستند؛ ولی به جهت مخالف وارد می شوند و اثرات آنها کاملاً متفاوت است.

قوهٔ اول شتاب به کشتی میدهد، در حالی که قوهٔ دوم صرفاً حرکت کشش کشتی را بطی می کند و از شتاب گرفتن آن جلوگیری می کند؛ اگر چه قوه های عمل و عمل متقابل، با مقدار باهم برابر و دارای جهت های مخالف اند، ولی اثرات آنها از بین نمی روند و روی اجسام مختلف عمل می کنند.

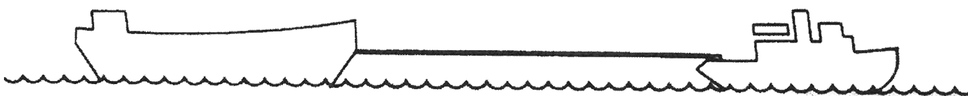
قوه های عمل متقابل حتی اگر دو جسم در تماس مستقیم نباشند هم وجود دارد؛ مثلاً: سیبی را در حال سقوط آزاد از یک ارتفاع بالای زمین در نظر بگیرید. زمین سیب را بوسیلهٔ قوهٔ جاذبه به طرف مرکزش می کشد.



اگر این کشش دارای مقداری، مثلاً: $2N$ باشد، آنگاه قانون سوم نیوتن ایجاب می کند که سیب نیز زمین را با قوهٔ مخالف $2N$ بکشد. این قوهٔ عمل متقابل نیز نوعی از جاذبه است.

در این مثال، سیب روی زمین عمل متقابل وارد می کند؛ اما اثر سیب روی حرکت زمین بی اهمیت است؛ زیرا کتلهٔ زمین چنان بزرگ است (در حدود $6\times10^{24} kg$) که قوهٔ برابر $2N$ نمی تواند آن را حرکت دهد.

مثال: یک کشتی؛ خالی به کتلهٔ $25000kg$ را به وسیلهٔ یک سیم فولادی قوی به کتلهٔ $200kg$ کش می کند (شکل ذیل).



اگر کشش کشتی $3000N$ قوه به سیم فولادی وارد کند، شتاب کشتی چقدر است؟

حل: قوهٔ $3000N$ که قوهٔ کشش کشتی وارد می کند باید هم به سیم وهم به کشتی شتاب بدهد؛ یعنی باید به کتلهٔ مجموعی معادل ($m_1 + m_2$) شتاب دهد؛ از اینرو حاصل شتاب چنین حساب می شود:

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{3000N}{25000kg + 200kg} = 0.119\, m/s^2$$

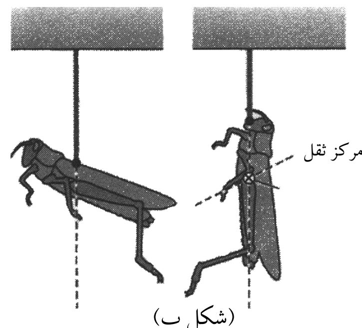
عنوان درس:(حالات تعادل در اجسام و پایداری- مومنت قوه**)، شمارهٔ درس:(**۴**)، صفحهٔ کتاب:(**۱۹**)، وقت:(**دوساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	حالات تعادل در اجسام
۲- نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن حالات سه گانهٔ تعادل اجسام. • دانستن مفهوم مومنت قوه. • باورمند شدن به اینکه اثر یا مومنتی راکه یک قوه در حادثهٔ دوران تولید می کند با سه پارامتری که در متن درس تذکر یافته ارتباط دارد. • کسب توانایی برای حل مثالهای درس.
۳- روش های تدریس	لکچر، مباحثه، سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، در ابتدا برای ایجاد انگیزه سؤالی را مانند: چرا اجسامیکه در ساختمان شان ارتفاع زیادتر دارند، نسبت به اجسامیکه ارتفاع آن ها کمتر است زودتر از جای شان می غلتند؟ طرح و روی موضوع بحث و تبادل نظر می کنیم.
۶- فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	- بعد از جواب های شاگردان عنوان درس را روی تخته نوشته و راجع به سؤال ایجاد انگیزه با شاگردان جروبحث می نماییم و درس را مطابق متن برای شان تشریح می نماییم. - در ابتداء قبل از اینکه تعادل اجسام را برای شاگردان واضح سازیم، راجع به مرکز ثقل اجسام که در دروس قبلی خوانده اند، روشنی می اندازیم و شاگردان را متوجه اشکال متن درس می نماییم تا حالت های a، b و c اجسام را مشاهده نمایند. - به تعقیب آن حالت تعادل اجسام را طبق متن برای شاگردان تشریح می نماییم و به توضیحات خود آنقدر وضاحت میدهیم تا آنها بدانند که حالت تعادل و قتی برقرار می گردد که مرکز ثقل نتواند به طرف پایین حرکت کند. - شاگردان را به اشکال بعدی کتاب که حالت های مختلف تعادل را نشان میدهد متوجه نموده و از روی شکل، حالت های اول ، دوم و سوم تعادل را برای شان تشریح می نماییم. در حالت اول دیده می شود که وقتی جسمی (مخروط ایستاده در روی قاعده)به اثر قوه از حالت تعادل خارج گردد و در صورتیکه قوه دیگر برآن وارد نشود دوباره به حالت اولی خود بر می گردد که چنین حالت را حالت تعادل پایدارمی نامند. در حالت دیگر جسم مخروطی شکل را در حالت غلتیده نشان می دهد که حالت آن را حالت بی تفاوت گویند؛ یعنی در چنین حالت اگر ارتفاع مرکز ثقل جسم هم تغییر کند، جسم مذکور در هر موقعیت حرکت خود بازهم حالت تعادل را دارد. - به شاگردان حالت تعادل اجسام را که در حالت پایداری باقی می ماند طبق متن واضح می سازیم. آنها را متوجه شکل کتاب می نماییم و به آنها واضح می سازیم که هر قدر مرکز ثقل یک جسم نزدیک سطح قاعده، وزن جسم بیشتر، و سطح اتکای جسم بزرگتر باشد، در این حالت ها جسم در حالت پایداری دایمی قرار میگیرد.

۷– تحکیم درس (ساعت اول) (۷ دقیقه)	– درس را با توضیح دوبارۀ نکات اساسی و مهم درس، طرح چند سؤال و جواب و بحث باشاگردان تحکیم مـی بخشیم، هرگـاه در جریـان مباحثات متوجه شـدیم کـه شـاگردان مشکل دارند، می توانیم مشکل شانرا با طرح سؤالات کوتاه با سهم گیـری دو جانبه جـرو بحث نماییم، تا به این روش هم درس تکرار گردد وهم آموزش بیشتر صورت بگیرد.
۸– ارزیـــابی و خـــتم درس (ساعت اول) (۵ دقیقه)	– درس را با ارائۀ چند سؤال مرتبط بااهـداف درس؛ ماننـد: تعـادل اجسام چیست؟ تعـادل پایدار، نا پایدار و بی تفاوت چگونه اند؟ واز این قبیل سؤال ها ارزیابی می کنیم؛ همچنـان می توانیم از طریق چک لـستیکه در جریـان درس تهیـه نمـوده ایـم شـاگردان را ارزیـابی نماییم. در اخیر چند سؤال مرتبط با مفاهیم اساسی درس کارخانه گـی میـدهیم، تـا بـا حـل آنها درس را یکبار در خانه تکرار نمایند و مشکلات شان را یاداشت نموده و برای حـل در روز آینده مطرح نمایند.
۶– فعالیـــت جریـــان ساعت دوم درس: (۳۳ دقیقه)	– در ساعت دوم بعد از احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشـته، عنـوان درس را روی تخته می نویسیم و با مروری از گذشته نقش مهم قوه در تعادل اجسام و اینکه قـوه در حالات مختلف اثرات مختلفی را بر جسم وارد می کند و در اکثر حـالات باعـث حرکـت جسم در امتداد خط مستقیم می شود و در حالاتی هم می تواند مومنـت دوران را در جسم تولید نماید برای شاگردان توضیح می دهیم. – اکنون به ادامۀ درس گذشته مومنت قوه یا مومنـت دوران را کـه بـه نـام تـورک هـم یـاد میشود را با استفاده از تخته برای شاگردان تشریح نموده و همچنان تورک را که بـه حـرف یونانی (τ)نشان داده می شـود نیـز بـرای آمـوزش بیـشتر بـه طـور برجسته روی تختـه مـی نویسیم. – باز کردن یک پیچ را توسط رنچ به حیث یک مثالیکه در متن کتاب آمـده و مـی توانـد، مفهوم مومنت را به شاگردان به خوبی تفهیم نمایـد، بطـور واضـح و درسـت مطـابق مـتن و استفاده از اشکال برای شاگردان توضیح و درصورت امکان عملی نمایید. – باید طوری جریان درس کنترول و رهبری شود تا شاگردان بدانند که اثر یـا مـومنتی کـه یک قوه در حادثۀ دوران تولید می کند به سه پارامتر ذیل ارتباط دارد: ۱– مقدار قوه، ۲– فاصله بین نقطۀ تاثیر قوه و محور دوران یا خطی کـه جـسم بـه حـول آن دور می زند و ۳– زاویه یی که بین وکتور قوه و خطی که محور را با نقطۀ تاثیر قـوه وصـل می کند قرار دارد. – سپس رابطۀ مومنت قـوه را بـرای شـاگردان کـه عبـارت از $M = \vec{F} \,.\, d \sin \hat{\theta}$ اسـت بـا استدلال کافی استخراج می نماییم تا مفهـوم آن را بداننـد و در حـل مـسایل ازآن اسـتفادۀ درست کرده بتوانند. – درختم درس مثالی را که در آخر درس حل گردیده دوبـاره بـرای تمـرین بیـشتر توسـط شاگردان حل نمایید تا توانایی لازم را در حل تمرینات کتاب شان حاصل نمایند.

۷ و ۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم) (۱۲ دقیقه)	- برای تحکیم، ارزیابی و ختم درس، مطابق به رهنمایی های ساعت اول این درس، عمل می نماییم. دراین ساعت کوشش میکنیم از طریق چک لست و اندازهٔ سهمیگیری شاگردان در مباحثات درس، استفادهٔ بیشتر صورت گیرد.
۹- جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن دو درس فوق وجود ندارد.
۱۰- معلومات اضافی	- قوهٔ جاذبه نقش مهمی در بسیاری از مسایل مربوط به تعادل در قایم شناسی بازی می کند. قوهٔ جاذبهٔ وارد بریک جسم بین همهٔ اجزای آن توزیع می شود و قوهٔ وارد برهر جزء جسم متناسب با کتلهٔ آن است. با این چنین محاسبه برای دریافتن مومنت وارد بریک جسم ساکن توسط قوهٔ جاذبه، می توان تمام قوهٔ جاذبه یی را چنان در نظر گرفت که گویی به مرکز کتلهٔ جسم وارد می شود. فرض کنید که یک جسم ساکن و سخت را رهامی کنیم تا از حالت سکون آزادانه سقوط کند و از آنجا که همهٔ ذرات جسم با سرعت یکسان سقوط می کنند سمت گیری آنها تغییر نخواهد یافت. نداشتن شتاب زاویه یی از این است که قوهٔ جاذبه یی، مومنت دورانی را در مرکز کتله ایجاد نمی کند؛ سپس هرگاه بخواهیم قوهٔ جاذبه یی را بایک قوهٔ وارد بریک نقطه یی از جسم سخت جایگزین کنیم، آن نقطه باید مرکز کتلهٔ جسم باشد تا خود قوه نیز مومنت دوران ایجاد نکند و در این صورت هم قوهٔ جاذبه و هم خود قوه یی که جانشین آن می شود، هر دو حرکت دورانی دقیقاً یکسان حول مرکز کتله را ایجاد می کنند و برای همین دو قوه معادلات حرکت دورانی جسم، یکسان می باشد.با توجه به اینکه در یک جسم ایستاده، قوهٔ جاذبه عملاً به مرکز جسم وارد می شود. می بینیم هر گاه قوهٔ تکیه گاه جسمی را در مرکز کتلهٔ آن قرار دهیم، آن جسم در حال تعادل قرار می گیرد؛ به طور مثال: یک میلهٔ اندرچو که تکیه گاهش در مرکز کتله قرار دارد، در حال تعادل است، مانند: شکل ذیل، N w (شکل الف) قوهٔ تکیه گاه جسم را در مرکز کتله نشان میدهد

به طور عموم هرگاه جسم سختی که قوهٔ روبه بالای نقطهٔ تکیه گاهش بـه نقطـهٔ روی خـط قایم، بر مرکز جسم اثر کند، در حال تعادل است؛ چون در آن صورت قوهٔ تکیه گاه بـاقوهٔ موثر جاذبوی یکسان است و چنین قوه های یکسانی کـه انـدازهٔ شـان برابـر و جهـت شـان مخالف است، مومنت دوران وارد نمی کنند. از اینجا، روش ساده برای تعیـین مرکـز کتلـه اجسامی که شکل پیچیـده دارنـد فـراهم مـی شـود. جـسم را از نقطـهٔ روی سـطح آن بـانخ آویزان می کنیم؛ مانند: شکل ذیل، جسم دریک و ضعیت تعادل قرار میگیرد، طـوری کـه مرکز کتلهٔ آن در پایین امتداد قایم نخ و اقع میشود.

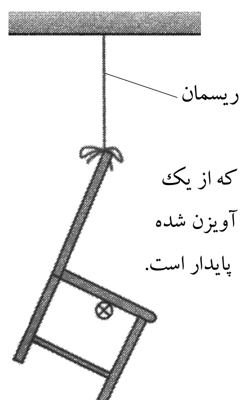


یک ملخ در دو شکل آویزان است که در هر دو شکل وضعیت تعادل را برای دو نقطه متفاوت نمایان میکند

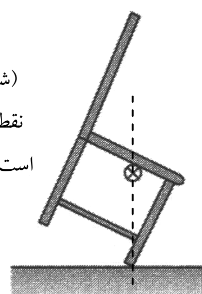
سپس اگر جسم را از نقاط دیگرش آویـزان کنیم، امتداد قایم جدید را مشخص نمـاییم، نقطهٔ تقاطع امتـداد جدیـد نـخ ، مرکـز کتلـهٔ جسم است. جسمیکه از یک نقطـهٔ واقـع در بالای مرکز کتله اش آویـزان شـود، (ماننـد شکل (۴- الف) درحال تعادل پایدار است.

اگر جسم را کمی بچرخانیم تا زاویه یی با جهت قـایم داشـته باشـد، دیگـر مرکـز کتلـه در پایین خط قایم از نقطه یی که آویزان شده نیست و قوهٔ جاذبه یی و قوهٔ تکیه گـاه، مومنـت دوران ایجاد نخواهند کرد که جسم را به حالت تعادل بر گرداند. بر عکس، اگر تکیه گـاه جسم قوه یی وارد می کند، (مانند شکل ۴- ب) که نقطهٔ اثـرش پـایین مرکـز کتلـه اسـت. این جسم در حال تعادل ناپایدار است.

هرگاه جسم را اندکی برگر دانیم، قوهٔ جاذبه و قوهٔ تکیه گـاه جـسم، مومنـت دورانـی وارد خواهند کـرد کـه در نتیجـه جـسم از وضـعیت تعـادل دور گردیـده و واژگـون مـی شـود. بلآخره، جسمی که تکیه گاهش در مرکزکتلهٔ آن قرار دارد، در حـال بـی تفـاوت (خنثـی) است؛ اگر چنین جسمی را برگـردانیم در هـر وضـعیت جدیـدش هـم در حـال تعـادل مـی باشد.



(شکل اول): یک چوکی که از یک نقطهٔ بالای مرکز کتله اش آویزن شده است، درهرحالت در تعادل پایدار است.


(شـکل دوم): یـک چـوکی کـه تکیـه گاهش به اسـتقامت مرکـز کتلـهٔ آن قـرار دارد، در حال تعادل ناپایدار است.

عنـــوان درس:(تـورک (مومنـت) محـصله و جهـت دوران –واحـد مومنـت**)، شـــمارۀ درس:(**۵**)، صـــفحۀ کتاب:(**۲۴**)، وقت:(**دوساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	تورک (مومنت) محصله و جهت دوران –واحد مومنت
۲– نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم تورک محصله. • آشنایی با مفهوم جهت دوران. • توانایی اجراء کردن تجارب درس جهت فهمیدن و تعریف کردن مومنت قوه و بازوی قوه (بازوی دوران). • کسب توانایی برای اجرای فعالیت درس به منظور مشاهدۀ اثر مومنت قوه و اثبات رابطه های $F_1 d_1 = F_2 d_2 = F_3 d_3 = ...$.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، مباحثه، کار گروپی
۴– مواد ممد درسی	تباشیر، تخته، تخته پاک، میلۀ فلزی چنگک دار، چرخ ثابت.
۵– قـــــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، سؤال ذیل را برای ایجاد انگیزه مطرح نمایید: زمانیکه دروازه را باز می کنید بهتر است از کدام قسمت آن بگیرید تا بتوانید آن را به راحتی باز نمایید؟ تا شاگردان روی آن بحث کنند و به جریان درس علاقه مند شوند.
۶– فعالیـــت جریـــان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	- بعد از اینکه به جواب های شاگردان گوش دادیم و راجع به سؤال ایجاد انگیزه جروبحث نمودیم، طبق متن کتاب، درس را برای شان تشریح می نماییم. - شاگردان را متوجه شکل (۳۶-۱)کتاب نموده، مشاهده می کنند که دو قوۀ F_1 و F_2 به یک دروازه عمل کرده و سبب دوران آن به جهت مخالف می شوند. مومنتی راکه این دو قوه به وجود آورده عبارت از مومنت محصله بر دروازه است این مومنت محصله را توسط رابطۀ $M = M_1 + M_2 = f_1 d_1 + (-f_2 d_2)$ روی تخته می نویسیم. - مثالی راکه در متن درس حل شده برای تمرین بیشتر دوباره توسط شاگردان حل گردند. - جهت درک بیشتر مفهوم مومنت دوران، تجربه یی را که در متن کتاب آمده توسط خود شاگردان در گروپ های شان اجراء می نماییم و در تمام مراحل اجرای تجربه با ایشان همکاری می نماییم. در اخیر تجربه، شاگردان به این نکته باید پی ببرند که:اگر قوه بر خطی که نقطۀ تاثیر آنرا با مرکز دوران وصل می کند، به طور عمود برمحور عمل کند، در آن صورت حاصل ضرب قوه یا فاصله یی که بین نقطه تاثیر قوه و مرکز دوران قرار دارد به نام مومنت قوه یاد می شود.

۷– تحکیم درس (ساعت اول) (۷ دقیقه)	- درس را با ارائهٔ چند سؤال از نکات کلیدی درس با شاگردان مباحثه نموده تحکیم می بخشیم، درصورتیکه آنها در جریان سؤال و جواب و مباحثات، مشکل داشتند به جوابها پرداخته با هم بحث می کنیم تا بطور کامل به مشکلات شان رسیده گی شود.
۸– ارزیابی و ختم درس (ساعت اول) (۵ دقیقه)	- با ارائهٔ چند سؤال مرتبط به اهداف درس و هم چنان از طریق چک لستی که در جریان فعالیتهای درس تهیه نموده ایم می توانیم شاگردان را ارزیابی نماییم.
۶– فعالیت جریان ساعت دوم درس: (۳۳ دقیقه)	- بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، به ادامهٔ درس ساعت قبلی. تجربهٔ بعدی را که در متن کتاب آمده توسط خود شاگردان در گروپ های شان اجراء می نماییم و درجریان مشاهدات آنها را همکاری می نماییم. شاگردان را کمک کنید تا در اخیر اجرای این تجربه مومنت قوه را تعریف کرده بتوانند و بدانند که با زوی قوه (بازوی دوران) عبارت از طول خط عمودی است که از مرکز دوران برخط تاثیر قوه کشیده می شود. - فعالیت اخیر را نیز توسط خود شاگردان در گروپ ها اجرا می نماییم و به آنها وظیفه می دهیم که مطابق به هدایات متن در اجرای تجربه، عمل نمایند. در اخیر اجرای این تجربه شاگردان بدانند که در تمام حالت های که در هرسه مرحله انجام داده ایم، حاصل ضرب قوه با فاصله باهم مساوی اند؛ یعنی: $F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2 = f_3 \times d_3$ ویا $M_1 = M_2 = M_3$ است.
۷و ۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم) (۱۲) دقیقه	- با ارائهٔ چند سؤال و شرح نکات کلیدی برای شاگردان درس را تحکیم می بخشیم، در صورتیکه در جریان سؤال و جواب و مباحثات مشکل داشتند. جوابهای مناسب برای شان ارائه می کنیم تابه مشکلات شان بطور مکمل رسیده گی شود. و هم چنان این درس را هم مانندساعت قبل ارزیابی نموده از درجهٔ آموزش شاگردان خود را مطمئن می سازیم.
۹– جواب به سؤالهای اخیر متن درس (ساعت اول و دوم)	سؤال های حل ناشده در متن هر دو درس فوق وجود ندارد.

۱۰– معلومات اضافی	– ما در مبحث دینامیک درس قبلی تعریف قوه را آموختیم که، هنگام تاثیر قوه با جسمیکه دارای کتلهٔ استندرد است شتاب تولید می شودکه به اساس آن می توانیم کتلهٔ هر جسم دیگری را در ارتباط با کتلهٔ استندرد تعیین کنیم. این کار را در گذشته با اندازه گیری شتاب حاصل ازقوه های یکسان که بر اجسام متفاوت اثر میکرد انجام دادیم. همچنان مشاهدات خود را در بارهٔ قوه، کتله وشتاب در قالب قانون دوم نیوتن ادغام کردیم که با توجه به آن قوه های وارد بریک جسم با حاصل ضرب کتله در شتاب جسم برابر است، اکنون دینامیک دورانی را نیز به همین صورت بررسی میکنیم. برای این منظور شتاب زاویه یی حاصل شده از اعمال قوه بریک جسم سخت معین را بررسی کنیم که می تواند آزادانه به دور محور ثابتی بچرخد. همان طور یکه در حرکت انتقالی مطالعه کردیم، در می یابیم که شتاب زاویه یی با مقدار قوهٔ وارده متناسب است. در این جا واقعیت جدیدی پدیدار می شود که در حرکت انتقالی وجود نداشت. شتاب زاویه یی نظر به اینکه قوه در کدام قسمت جسم وارد می شود، نیز بسته گی دارد. قوهٔ معینی که به مکان های متفاوت(یا حتی دریک مکان ولی درجهت های مختلف) جسم وارد شود در حالت کلی شتاب های زاویه یی متفاوتی را به وجود خواهد آورد. در دینامیک دورانی کمیتی را که هم از اثر اندازهٔ قوه وهم در نتیجهٔ جهت و مکانی که قوه به آن ها وارد می شود به وجود می آید، به نام مومنت قوه نامیده می شود. کلمهٔ مومنت از کلمهٔ لاتین به معنی (پیچیدن) گرفته شده است؛ همان طوریکه می توانیم قوه رابه صورت کشیدن یا تیله نمودن در نظر بگیریم، مومنت را هم می توانیم به پیچیدن توجیه نماییم. مومنت قوه مانند قوه کمیت و کتوری است. برعلاوه در یافتیم که شتاب زاویه یی یک جسم در نتیجهٔ مومنت یک قوهٔ معین نه تنها به کتلهٔ جسم؛ بلکه به چگونگی موقعیت کتله نسبت به محور دوران نیز بسته گی دارد. برای مومنت قوهٔ معین وقتی کتله به محور دوران نزدیکتر باشد، هنگامی شتاب متفاوت به دست می آوریم که کتله در فاصلهٔ دورتری از محور قرار داشته باشد. انرشیای دورانی جسم یک خصوصیت ذاتی جسم نبوده و به انتخاب محور چرخش بسته گی دارد؛ همان طوریکه می توانیم کتله را یک خصوصیت جسم در نظر بگیریم که نشانگر مقاومت جسم در برابر شتاب خطی است، انرشیا را نیز می توان نشانهٔ مقاومت جسم در برابر شتاب زاویه یی دانست.

عنوان درس:(قوه های موازی، تجزیهٔ یک قوه –زوج قـوه**)، شمارهٔ درس:(**۶**)، صفحهٔ کتاب:(**۲۹**)، وقت:(**دو ساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قوه های موازی، تجزیهٔ یک قوه –زوج قوه.
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• فهمیدن اینکه محصلهٔ قوه ها عبارت از حاصل جمع قوه های مذکور می باشد. (اگر قوه ها جهت مخالف داشته باشند، محصلهٔ آنها مساوی به حاصل تفریق آنها ست) و دو قوه زمانی در حال تعادل است که محصلهٔ آنها مساوی به صفر باشد. • دانستن مفهوم تجزیهٔ یک قوه. • حصول توانایی برای محاسبهٔ الجبری قوهٔ محصلهٔ چندین قوه. • پی بردن به مفهوم زوج قوه. • آشنایی با موارد استعمال رافعه ها در تخنیک.
۳– روش هـــای تدریس	لکچر، نمایش تصاویر و اجرای تجربه، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴– مـــواد ممـــد درسی	قوه سنج، دو جسم با اوزان مختلف.
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، ابتدا بطور مقدمه راجع به درس گذشته یاد آوری نمایید و اینکه در درس امروزی تان چه چیزها را به بحث می گیرید یاد آور شوید. در اخیر برای ایجاد انگیزه سؤال کنید که اگر هم صنفی تان را بایک ریسمان به طرف خود بکشید،چه واقع می شود؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- قبل از اینکه فعالیت را شاگردان اجرا نمایند راجع به هدف فعالیت کمی روشنی بیندازید. - شاگردان را به لابراتوار ببرید یا صنف را طوری تنظیم نمایید که تمام شاگردان فعالیتی راکه اجرا می کنند به درستی دیده بتوانند. فعالیت (الف، ب و ج) را در گروپ ها باشاگردان طوری اجرا نمایید، که تمام شاگردان فعالیت را به وضاحت دیده بتوانند، و کوشش نمایید تا در هر مرحلهٔ اجرای فعالیت، شاگردان را سهم داده و در اخیر فعالیت در بارهٔ نتیجه آن به صنف توضیحات دهند. - شکل (۴۵–۱) را روی تخته رسم نمایید و موضوع را به شاگردان با دقت تشریح نمایید. - از شاگردان بخواهید، که چطور می توانیم یک قوه را تجزیه نماییم؟ - نظریات شانرا بشنوید و بعداً اشکال (۴۶–۱) و (۴۷–۱) را روی تخته ترسیم کرده موضوع درس را به شاگردان تشریح و توضیح نمایید. - اکنون دربارهٔ موضوع محاسبهٔ محصلهٔ چندین قوه روشنی انداخته و بعد با ترسیم شکل جدید (۴۸–۱) که در اخیر این شکل ترسیم شده است، درس را تا آخر تشریح و توضیح دهید. - در اخیر درس از شاگردان تقاضا نمایید تا مثالهایی را که در اخیر درس آمده حل نمایند و در جریان حل مثالها با شاگردان همکاری نموده، شکل مربوط مثال اول و بعضی از محاسباتی را که

در مثال ۱ و ۲ راساً درج گردیده طور ذیل به شاگردان واضح سازید:

حل مثال۱- صفحهٔ ۳۲ و ۳۳ کتاب:

$F_1 = 1050N$

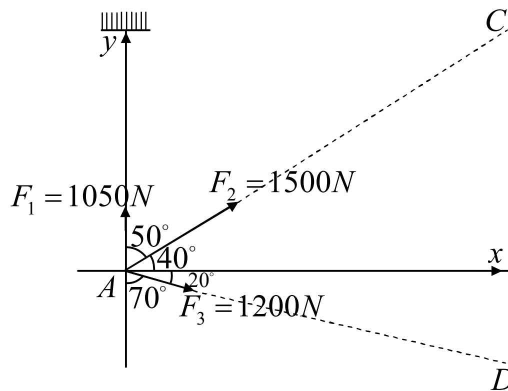
$F_2 = 1500N$

$F_3 = 1200N$

$\hat{\alpha}_1 = 90^\circ \begin{cases} \sin 90^\circ = 1 \\ \cos 90^\circ = 0 \end{cases}$

$\hat{\alpha}_2 = 40^\circ \begin{cases} \sin 40^\circ = 0.6428 \\ \cos 40^\circ = 0.7660 \end{cases}$

$\hat{\alpha}_3 = -20^\circ \begin{cases} \sin 20^\circ = 0.3420 \\ \cos 20^\circ = 0.9397 \end{cases}$



$F_{1x} = F_1 \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0$	$F_{1y} = F_1 \sin 90^\circ = 1050 \times 1 = 1050N$
$F_{2x} = F_2 \cos 40^\circ = 1500 \times 0.766 = 1149N$	$F_{2y} = F_2 \sin 40^\circ = 1500 \times 0.642 = 963N$
$F_{3x} = F_3 \cos -20^\circ = 1200 \times 0.9397 = 1127N$	$F_{3y} = F_3 \sin -20^\circ = 1200 \times -0.342 = -410N$
$F_{rx} = 2276N$	$F_{ry} = 1603N$

از شکل دیده میشود که مرکبهٔ F_{3x} روی قسمت (+) محور (x) ولی مرکبهٔ F_{3y} روی جهت منفی محور (y) قرار دارد؛ بناءً علامه های آن به ترتیب (+) و (-) در نظر گرفته شده اند. برای دریافت سمت و مقدار قوهٔ مجموعی (محصله) می داریم که:

$$tg\alpha = \frac{F_{ry}}{F_{rx}} = \frac{1603N}{2276N} = 0.7043 \Rightarrow \hat{\alpha} = (35.2)^\circ$$

به همین ترتیب:

$$F_r = \sqrt{F_{rx}^{\ 2} + F_{ry}^{\ 2}} = \sqrt{(2276N)^2 + (1603N)^2}$$

$$F_r = \sqrt{5180176N^2 + 2569609N^2} = \sqrt{7749785N^2} = 2783.843N$$

استاد محترم!

در حل مثال۲ از روی زوایایی که در نتیجهٔ ترسیم مضلع قوه های $700N$، $\vec{F_1}$ و $\vec{F_2}$ با زوایای 10°، 30° و 140° حل میشود روی تخته کلانتر رسم نموده و با استفاده از قاعدهٔ ساین میتوان نوشت:

$$\frac{700N}{\sin 140^\circ} = \frac{F_1}{\sin 10^\circ} = \frac{F_2}{\sin 30^\circ} \quad \begin{cases} \sin 10^\circ = 0.1736 \\ \sin 140^\circ = \sin(90^\circ + 50^\circ) = \cos 50^\circ = 0.6428 \\ \sin 30^\circ = 0.5 \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{700N \times \sin 10^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.1736}{0.6248} = \frac{121.52}{0.6428} = 189N$$

و همچنان:

$$F_2 = \frac{700N \times \sin 30^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700N \times 0.5}{0.6428} = \frac{350N}{0.6428} = 544.4\ \ 2 \approx 544N$$

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	جهت تحکیم و درک هر چه بیشتر درس نکات عمده و اساسی مرتبط به اهداف درس را روی تخته نوشته و با طرح سؤالات کوتاه با شاگردان مباحثه کنید.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با استفاده از چک لست و طرح چند سؤال کوتاه ارزیابی کنید.
۹– جواب به سؤالهای درس	در متن درس سؤال حل ناشده وجود ندارد.
۶– فعالیت جریان ساعت دوم درس: (۳۳ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، جهت ایجاد انگیزه از شاگردان بپرسید که آیا شما میدانید که زوج قوه یعنی چه؟ – نظریات شاگردان را به دقت بشنوید و اشتباهات شانرا اصلاح نمایید. – – موضوع درس خویش با نشان دادن اشکال کتاب به صورت مفصل توضیح و تشریح نمایید تا موضوعات درسی تان به درستی ذهن نشین شاگردان گردد. – در جریان تشریحات تان سؤالهای را از شاگردان بپرسید تا در جریان درس سهیم شوند. **استاد محترم،** اشکال (۵۲–۱) و (۵۳–۱) تقریباً بی جای رسم گردیده اند شکل (۵۲–۱) باید در قسمت دو سطر پایین تر از شکل (۵۳–۱) در ارتباط رافعه ها جابجا گردد. در قسمت زوج قوه های F_1 و F_2 به ارتباط شکل (۵۳–۱) که باید بجای شکل (۵۲–۱) رسم گردد. موضوع و فورمولهای مربوطه را طور ذیل تشریح و توضیح نمایید: چون $(F_1 = F_2 = F)$ اند بناءً در صورتیکه نقطهٔ دوران (D_1) باشد: (علامه F_2 بخاطری منفی است که F_2 هم بطرف چپ D_1 و هم مخالف F_1 است) $M = F_1(L + s_1) - F_2 \cdot s_1$ $M = F_1 \cdot L + F_1 \cdot s_1 - F_2 \cdot s_1$ $M = F \cdot L + F \cdot s_1 - F \cdot s_1 = F \cdot L$ و در صورتیکه نقطهٔ دوران (D_2) باشد داریم که: $M = F_1 \cdot s_2 + F_2(L - s_2)$ $M = F_1 \cdot s_2 + F_2 \cdot L - F_2 \cdot s_2 = F \cdot s_2 + F \cdot L - F \cdot s_2 = F \cdot L$ از توضیحات فوق نتیجه میگیریم که یک زوج قوه ها بدون در نظر گرفتن موقعیت نقطهٔ دوران دارای عین مومنت دوران است.

۷و ۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم) (۱۲) دقیقه	برای تحکیم درس، ارزیابی و ختم درس مطابق به رهنمایی های ساعت اول این درس عمل شود و همچنان سعی نمایید جهت ارزیابی درس خویش از چک لست تهیه شده استفاده نمایید.
۹- جواب به سؤالات متن درس	در متن درس سؤال حل ناشده وجود ندارد.
۱۰- معلومات اضافی	**قوهٔ عمودی** وقتی روی یک دوشک ایستاده اید، با اینکه کرهٔ زمین شما را روبه پایین می کشد، ولی سرجای خود ساکن می مانید. دلیلش این است که دوشک بر اثر وزن شما به سمت پایین تغییر شکل می یابد؛ ولی شما را به سمت بالا می راند؛ به همین ترتیب، اگر روی کف اطاق ایستاده شوید، کف تغییر شکل میدهد(هرچند به میزان بسیار نا چیز) و به شما قوه‌یی به سمت بالایی وارد میکند. قوهٔ وارد از دو شک یا کف اطاق به شما عبارت از قوهٔ عمودی ویا قایم $\vec{F}N$ است. که عمود بر کف زمین است. وقتی یک جسم سطحی را می فشارد، آن سطح (هر چند به ظاهر بسیار سخت باشد) تغییر شکل میدهد و به آن جسم قوهٔ عمودی $\vec{F}N$ را که بر سطح عمود است وارد می کند.

عنوان درس:(شرایط عمومی تعادل – تعبیری دیگری از فورمول مومنت)**، شمارهٔ درس:**(۷)**، صفحهٔ کتاب:**(۳۶)**، وقت:**(یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	شرایط عمومی تعادل – تعبیر دیگری از فورمول مومنت
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• پی بردن به مفهوم کلی شرایط عمومی تعادل • دانستن شرایط تعادل قوه ها. • درک مفهوم قوهٔ کشش یک تار آویزان شده در وضعیت های مختلف. • کسب مهارت برای حل دو بارهٔ مثالهای درس • باورمند شدن به اهمیت زیاد تعادل برای زنده گی کردن.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، مباحثه
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک وتباشیر.
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، جهت ایجاد انگیزه از شاگردان بپرسید: «هرگاه چندین قوه برنقاط مختلف یک جسم عمل کند و جسم در حالت تعادل قرار داشته باشد» به نظر شما این جمله چند معنی را افاده میکند؟ نظریات آنها را به دقت بشنوید و اشتباهات شانرا اصلاح نمایید.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	–بعد از شنیدن نظریات شاگردان، عنوان درس را روی تخته بنویسید. و درس را به شاگردان تشریح کنید؛ از جملهٔ دو مثالیکه در صفحهٔ ۳۷ کتاب آمده، مثال اول را خود شما حل نمایید و مثال دوم آنرا از یک شاگرد بخواهید تا روی تخته حل نماید. – بعداً شرط دوم تعادل را به شاگردان با ترسیم شکل (۵۹–۱) روی تخته نوشته تشریح نمایید. بعداً مثالهایی راکه در این باره در کتاب حل شده با سهمگیری فعال شاگردان روی تخته حل نمایید. – فورمول $M = F.d\sin\theta$ را روی تخته نوشته، از شاگردان بپرسید که این فور مول چه معنی را افاده میکند؟ –نظریات شاگردان را در این باره بشنوید و بعداً دو مثالیکه در اخیر درس آمده بالای شاگردان روی تخته حل نمایید و در ضمن خود شما هم با شاگردان همکاری نمایید.

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	نکات مهم درس را روی تخته نوشته و با شاگردان مباحثه کنید و درس را جمع بندی نمایید.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	با طرح چند سؤال کوتاه از شاگردان درس را ارزیابی نموده و ببینید که آیا به هدف درس رسیده اند یا خیر؟
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۱۰– معلومات اضافی	**ذرات در حال تعادل** یک جسم وقتی در حال تعادل است که در حال سکون و یا دارای سرعت ثابت باشد. چراغ آویزان شده از یک طناب و چرخیکه برای بالابردن اشیای سنگین به کار میرود و یا یک پل معلق، همهٔ اینها نمونه هایی از وضعیتهای در حال تعادل اجسام هستند. اگر یک ذره در حال سکون باشد یا در داخل یک سیستم سرعت ثابتی داشته باشد، قوهٔ خالص وارد برآن؛ یعنی جمع وکتوری تمام قوه های وارد برآن صفر است، یعنی: $\sum \vec{F} = 0$ .... (ذره در حال تعادل) ما معمولاً این قانون را مانند ذیل به صورت مرکبه یی به کار می بریم: $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ .... (ذره در حال تعادل) روابط فوق که به قانون اول نیوتن مربوط می شود برای حل مسایل مربوط به اجسامی در حال سکون بکار برده می شود. مهمترین چیز یکه باید به خاطر سپرد، این است که تمام این چنین مسایل روش یکسانی برای حل دارند.

عنوان درس:(انتخاب موقعیت نقطهٔ دوران)**، شمارهٔ درس:**(۸)**، صفحهٔ کتاب:**(۴۲)**، وقت:**(یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	انتخاب موقعیت نقطهٔ دوران
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن حالت صفر بودن مومنت مجموعی یک جسم. • فهمیدن علت ثابت بودن مرکز دوران. • تعریف کردن مرکز ثقل و پی بردن به مفهوم مرکز کتله یی جسم. • حصول توانمندی برای استخراج معادلهٔ مومنت و حل نمودن سؤالها و مسایل مربوط این درس.
۳- روش های تدریس	سؤال و جواب، لکچر، مباحثه
۴- مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک، تباشیر
۵- قســمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان جهت ایجاد انگیزه از شاگردان بپرسید: چه فکر میکنید؟ درکدام حالت مومنت مجموعی یک جسم مساوی به صفر خواهد بود؟ نظریات شاگردان را بشنوید.
۶- فعالیــت جریــان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از شنیدن نظریات شاگردان متن درس را تشریح نموده و جهت اینکه موضوع بهتر روشن شود، مثال اول را خود شما با ترسیم نمودن اشکال مربوطه روی تخته، حل کنید. - بعداً مثال دوم را روی تخته توسط یکی از شاگردان حل نمایید. شکل (۶۸-۱) را روی تخته رسم نموده و قسمت اخیر درس را به شاگردان توضیح دهید. - مثالی را که در اخیر درس آمده، توسط یکی از شاگردان روی تخته حل نمایید و در ضمن شما هم باوی همکاری نمایید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	نکات اساسی درس را روی تخته نوشته و با شاگردان مباحثه نمایید و موضوعات درس را جمع بندی کنید.
۸- ارزیــابی و خــتم درس (۵ دقیقه)	جهت ارزیابی درس چند سؤال کوتاه را با شاگردان مطرح نمایید و هم برای ارزیابی درس می توانید از چک لست استفاده نمایید.
۹- جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.

معرفی چند قوهٔ خاص	۱۰– معلومات اضافی
معرفی چند قوهٔ خاص قوهٔ جاذبه یی $\vec{F}_g$ وارد بریک جسم، همان قوه یی است که از سوی (جسم دیگر) به آن وارد می شود. در اغلب حالتهایی که در این کتاب مطرح می شود، آن (جسم دیگر)، کرهٔ زمین یا یک جسم نجومی دیگر است ، برای زمین ، سمت این قوه روبه پایین و به طرف مرکز زمین است که در چوکات نظام شمسی، در نظر گرفته می شود که با این چنین فرضیه، بزرگی $\vec{F}_g$ چنین است. $F_g = m \cdot g$ ....(1) در این رابطه، m کتلهٔ جسم و g اندازهٔ شتاب قوهٔ سقوط آزاد اجسام است. **وزن:** وزن یک جسم که به (w) نشان داده می شود، برابر به بزرگی قوهٔ روبه بالایی است که برای موازنه گرفتن با قوهٔ جاذبه یی وارد بر جسم، ضرورت است. وزن یک جسم به اساس رابطهٔ زیر به کتلهٔ آن مربوط است: $w = m \cdot g$ ...... (2) **قوهٔ عمودی:** قوهٔ عمودی قوه یی است که از طرف سطحی که جسم روی آن قرار دارد بر جسم وارد می شود. این قوهٔ عمودی همواره بر سطح عمود است که به $\vec{F}N$ نشان داده می شود. **قوهٔ اصطکاک:** قوهٔ اصطکاک قویی است که وقتی جسم میلغزد یا بخواهد بلغزد، در امتداد سطح به مقابل سمت حرکت برآن وارد می شود که به $\vec{F}r$ نشان داده می شود. این قوه همواره موازی سطح و در جهتی است که بالغزش جسم مخالفت می کند. قوهٔ اصطکاک روی یک سطح شفاف و هموار (بدون اصطکاک) قابل چشم پوشی و صرف نظر است. **قوهٔ کششی:** وقتی ریسمانی تحت تاثیر کشش باشد، آن ریسمان از هر یک از انجام هایش جسمی را کش می کند. این قوه در امتداد ریسمان و در جهت دور شدن از نقطهٔ اتصال جسم است. کشش برای یک ریسمان بدون کتلهٔ قابل ملاحظه (ریسمانی باکتلهٔ ناچیز) در هر دو انتهای ریسمان دارای بزرگی یکسان T است، حتی اگر ریسمان از روی قرقره یی بدون کتله و بدون اصطکاکی(قرقره یی باکتله قابل صرف نظر و اصطکاک ناچیز محور در مقابل چرخش قرقره) هم بگذرد.	**۱۰– معلومات اضافی**

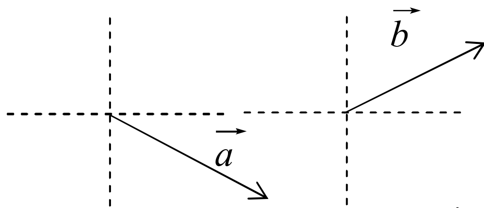
حل سؤالهای اخیر فصل اول

۱- قوه عاملی است که سبب تغییر شکل و یا حالت در جسم می گردد و واحد های اساسی آن در سیستم بین المللی(SI) داین ونیوتن است.

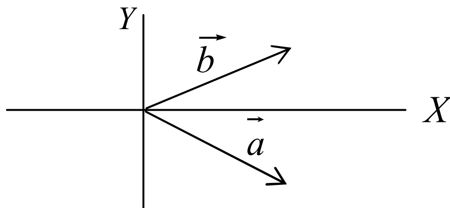
۲- قوه یک مقدار وکتوری است؛ زیرا این کمیت علاوه بر مقدار دارای سمت نیز می باشد.

۳- قوه های غیر موازی کیفی $\vec{a}$ و $\vec{b}$ را در نظر گرفته در سه مرحله محصلهٔ آنها را به طریقهٔ متوازی الاضلاع مطابق شکل ذیل ترسیم می نماییم:

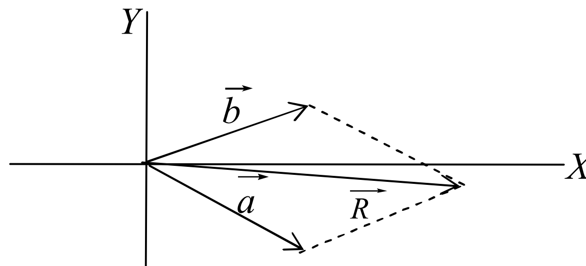
مرحلهٔ (۱): قوه های $\vec{a}$ و $\vec{b}$ را چنین نمایش می دهیم:



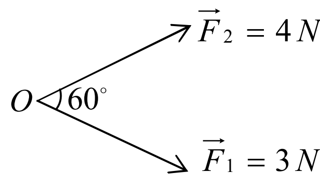
مرحلهٔ (۲): هر دو قوه را روی مبدأ محورات کمیات وضعیه انتقال می دهیم:



مرحلهٔ (۳): محصلهٔ هر دو قوه را مطابق شکل ذیل ترسیم و به $(\vec{R})$ نشان میدهیم.



۴- محصلهٔ قوه های $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ شکل ذیل با طریقهٔ الجبری چنین محاسبه می شود:



$\cos 60^\circ = 1/2 \ , \ \vec{R} = ?$

$$\vec{R} = \sqrt{\vec{F}_1^2 + \vec{F}_2^2 + 2\vec{F}_1 \times \vec{F}_2 \,.\cos\hat{\propto}}$$

$$\vec{R} = \sqrt{(3N)^2 + (4N)^2 + 2\times3N\times4N.\cos60^\circ}$$

$$\vec{R} = \sqrt{9N^2 + 16N^2 + 24N^2 \times 0.5}$$

$$\vec{R} = \sqrt{25N^2 + 12N^2} = \sqrt{37N^2} = \sqrt{37}N$$

$$\vec{R} = 6{,}08N$$

۵- کتلهٔ نقطه یی عبارت از کتلهٔ یک جسم ایده آل (خیالی) است که تمام موادی که در ساختمان آن جسم بکار رفته است، دریک نقطه متمرکز شده باشد. سیارات هنگام حرکت به دور آفتاب ، توپ تینس هنگام پرواز و کتله های الکترونها هنگام حرکت در مدار اتم از جملهٔ مثالهای خوب کتلهٔ نقطه یی ارائه شده می توانند.

۶- عکس العمل ، سمت

۷- مرکز ثقل ، سطح ، پایدار

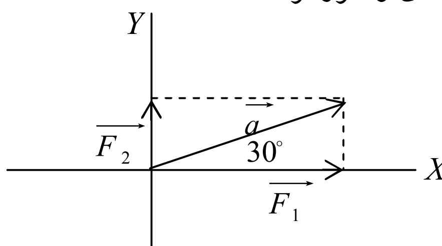
۸- به سه پارامتر ذیل ارتباط دارد:

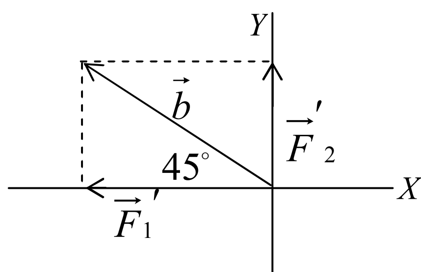
۱- مقدار قوه، ۲- فاصله بین نقطهٔ تأثیر قوه و محور دوران،

۳- زاویه یی که بین وکتور قوه و خطی که محور را با نقطهٔ تأثیر قوه وصل می کند قرار دارد (به صفحهٔ ۲۲ کتاب درسی رجوع شود).

۹-
$$F = 25\ N$$
$$d = 0.5\ m$$
$$M = ?$$
$$M = F \times d$$ (مومنت قوه)
$$M = 25\,N \times 0.5\ m = 12.5\ Nm$$
$$M = 12.5\ Nm$$

۱۰-وکتور قوه های F_1 و F_2 ترسیم شده، مرکبه های وکتور قوهٔ $\vec{a}$ ، و وکتور قوه های $\vec{F_1}'$ و $\vec{F_2}'$ ترسیم شده عبارت از مرکبه های وکتور قوهٔ $\vec{b}$ اند.





۱۱- $M = F\,.\,l$ = مومنت دوران یک زوج قوه

۱۲- $M = F_1\ (l + S_1) - F_2\ S_2 = F\,.\,l$ = مومنت دوران

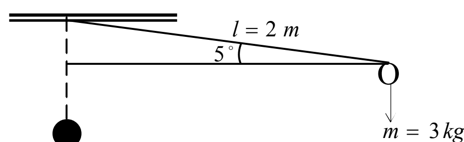
۱۳- $\sum\tau = F \times d \sin\hat{\theta} = 3N \times 0.25m . \sin 90^\circ$ = (مجموع تورک های که برجسم عمل میکند)

$$\tau = 0.75\ N\ m \times 1 = 0.75\ N\ m$$

۱۴- جز (a):

$\tau = W\ .\ \sin 5^o \times l$ (تورک تولید شده)

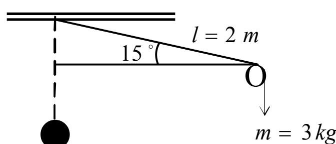
$$l = 2\ m \ \Rightarrow\ W = mg = 3 \times 9.81N = 29.43N$$
$$\sin 5^0 = 0.08716$$



بنابرآن:

$$\tau = 29.43\ N \times 0.08716 \times 2m = 5.12\,Nm$$

جزء (b): چون $\sin 15^\circ = 0.2588$ است:



بنابرآن:

$$\tau = 29.43 \times 2\ N\ m \times 0.2588$$

$$\tau = 58.86\ Nm \times\ 0.2588 = 15.30\ Nm$$

-۱۵

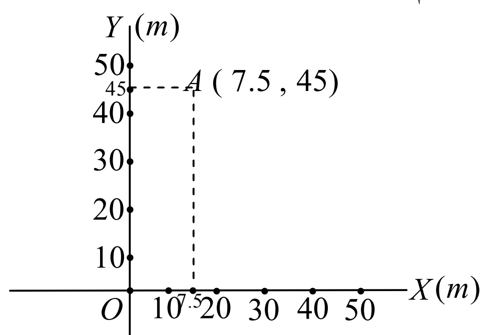
$$d = 3cm = 0.03m \qquad , \qquad \tau = 40\,N\,m$$

$$F = ?$$

$$F = \frac{\tau}{d} = \frac{40\,Nm}{0.03m}\ \ \frac{4000}{3}\ N$$

(کمترین قوهٔ لازم) $F = 1333.33N$

-۱۶ اولاً برای یافتن موقعیت گنج، مختصهٔ نقطهٔ داده شدهٔ $A\ (\ x, y)$ ویا $A(7.5m\ ,\ 45m)$ را روی مختصات کمیت های وضعیه طبق شکل ذیل رسم می کنیم:



$? = 0A =$ فاصلهٔ مستقیم راه بلد

$$\overline{OA}^2 = \overline{Ox}^2 + \overline{OY}^2$$

$$\overline{OA}^2 = (7.5m)^2 + (45m)^2$$

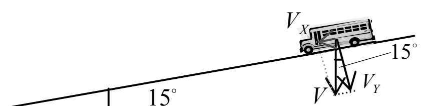
$$\overline{OA}^2 = 56.25m^2 + 2025\ m^2 = 2081.25\ m^2$$

پس : $\overline{OA} = \sqrt{2081.25}\ m$

ویا : $\overline{OA} = 45.62\,m$

-۱۷ مطابق شرایط سؤال شکل مربوطه را چنین ترسیم می کنیم:

$V = 22\ m/s \quad \Rightarrow \sin 15^\circ = 0.2588$ و $\cos 15^\circ = 0.9659$



(مرکبهٔ عمودی سرعت لاری) $V_y = ?$

(مرکبهٔ افقی سرعت لاری) $V_X = ?$

$$\sin 15^\circ = \frac{V_X}{V} \Rightarrow V_X = V \times \sin 15^\circ$$

پس : $V_X = 22\,m/s \times 0.2588$

ویا $V_X = 5.69\ m/s$

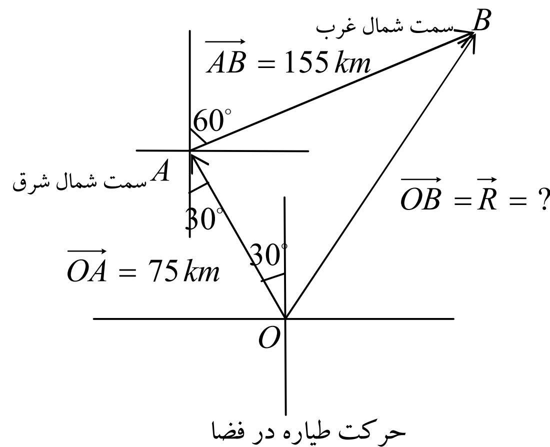
از طرف دیگر: $\cos 15^\circ = \dfrac{Vy}{V} \Rightarrow Vy = \cos 15^\circ$

پس : $Vy = 22\,m/s \times 0.9659$

ویا : $Vy = 21.25\ m/s$

۱۸- چون پشک عموداً به درخت بلند شده است، پس مرکبهٔ فاصلهٔ افقی پشک صفر بوده و فاصله عمودی آن $dx = d = 5\ m$ می باشد.

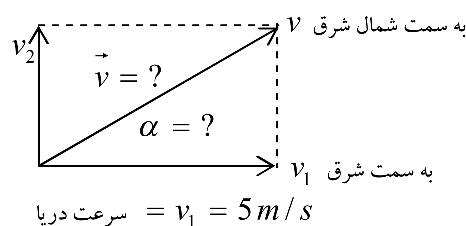
۱۹-



$$\overrightarrow{OB}^2 = \overrightarrow{OA}^2 + \overrightarrow{AB}^2 = (75\ km)^2 + (155km)^2$$
$$\overrightarrow{OB}^2 = 5625\ km^2 + 240\,25\ km^2$$
$$\overrightarrow{OB}^2 = 29650\ km^2$$
$$\overrightarrow{OB}^2 = \sqrt{29650\,km^2} = 172.19\ km$$

۲۰- جزء (a):

$= v_2 = 3m/s$ سرعت ماهی (عمود برسرعت آب دریا)



(سرعت منتجه) $V = \sqrt{v_2^2 + v_1^2} = \sqrt{3^2(m/s)^2 + 5^2\ (m/s)^2} = \sqrt{34}\ m/s = 5.83\,m/s$

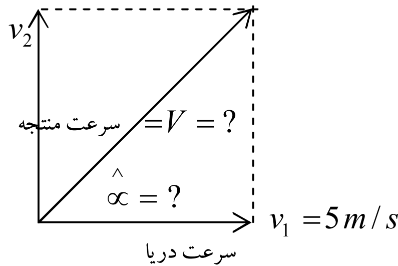
برای معلوم کردن سمت وکتور سرعت منتجه، زاویهٔ $\hat{\alpha}$ را چنین بدست می آوریم:

$$tg\,\alpha = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

با استفاده از جدول: $\hat{\alpha} = 31^\circ$

پس ماهی با زاویهٔ 31° به سمت شمال شرق نسبت به دریا در حرکت است.

جزء (b):



$$(\text{سرعت منتجه})\ \vec{V} = \sqrt{(6m/s)^2 + (5m/s)^2}$$

$$V = \sqrt{(36+25)(m/s)^2} = \sqrt{61}\,m/s$$

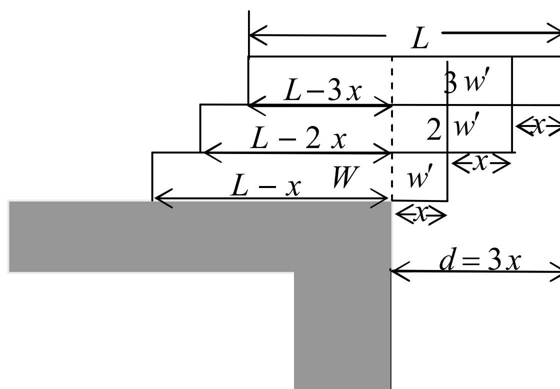
$$\vec{V} = 7.81\,m/s$$

برای معلوم کردن سمت سرعت منتجه، زاویهٔ $\hat{\alpha}$ را چنین بدست می آوریم:

با استفاده از جدول: $tg\,\hat{\alpha} = \frac{6}{5} = 1.2\,\hat{\alpha} = 50^\circ, 2^\circ$

پس سرعت منتجهٔ موج ساحلی به اندازهٔ 50° و ۲ دقیقه نسبت به استقامت دریا می باشد.

۲۱- مطابق شرایط سؤال می توانیم شکل را با انتخاب قیمت های اختیاری فاصله ها از جنس X و وزنها از جنس w' چنین ترسیم و نمایش دهیم:



رابطهٔ شرط برای تعادل دورانی را چنین برقرار ساخته می توانیم:

$$d\,(w' + 2w' + 3w') = (L - + W X)\left[(W - w') + (W - 2w') + (W - 3w')\right]$$

$$d \times 6w' = (L - X)(W + W + W - w' - 2w' - 3w')$$

$$d = 3X \Rightarrow 3X \times 6w' = (L - X)(3W - 6w')$$

$$18Xw' = 3LW - 6Lw' - 3XW + 6Xw'$$

$$4dw' = 3LW - 6Lw' - dW$$

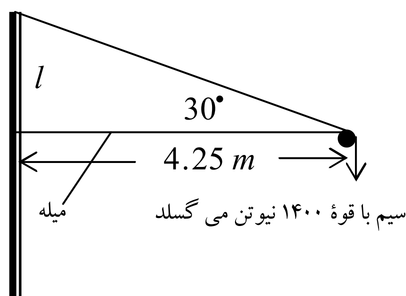
$$4dw' + dw = 3L(W - 2w')$$

$$d\,(4w' + w) = 3L(W - 2w')$$

$$d = \frac{3L(W - 2w')}{4w' + W}$$

در نتیجه، d با داشتن قیمت اخیر بدست آمده، فاصلهٔ اعظمی پیش برامده گی کتابها را نشان میدهد.

-۲۲



$$\sin\ 30^{\circ} = 0.5 = \frac{l}{4.25} \Rightarrow l = 4.25 \times 0.5 = 2.125$$

$d =$ فاصلۀ شخص روی میله تا دیوار $= ?$

وزن میله $= m_1 g = 47\ kg \times 9.8\ m/s^2 = 460.6\,N$

وزن شخص $= m_2 g = 68\ kg \times 9.8\ m/s^2 = 666.4\,N$

از تعادل مومنتم در سیستم داریم: $M = M_1 + M_2$

$$1400\,N \times l = 460.6\,N \times (\frac{4.25}{2})\ m + 68 \times 9.8\,N \times d$$

$$1400 \times 2.125\,Nm = 981.08\,Nm + 666.4\,N \times d$$

$$2975\ Nm = 981.08\,Nm + 666.4\,N \times d$$

$$666.4\,N \times d = 2975\,Nm - 981.08\,Nm$$

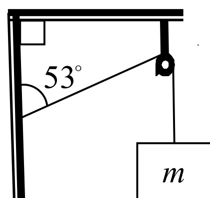
$$666.4\,Nd = 1993.92\ Nm$$

$$d = \frac{1993.92\,Nm}{666.40\,N}$$

$$d = 2.9\,m$$

پس شخص باید در فاصلۀ $2.9m$ از دیوار، روی میله بنشیند تاسیم بگسلد.

-۲۳



$T = 30\,N$

$\sin\ 53^{\circ} = 0.8$

$\cos\ 53^{\circ} = 0.6$

$g = 10\ N/kg$

$m = ?$

از شرط اول تعادل برای محور Y می توان نوشت:

$$\sum F_y = 0$$

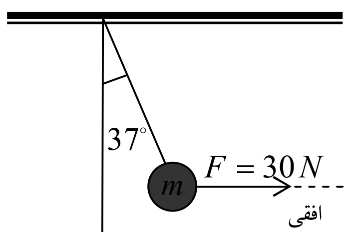
$$T_y - W = 0 \Rightarrow T_y = W = mg$$

$$m = \frac{T_y}{g} = \frac{T.\cos 53^{\circ}}{10\ N/kg} = \frac{30\ N \times 0.6}{10\ N/kg}$$

$$m = \frac{18\ N}{10\ N} \times kg$$

$$m = 1.8\,kg$$

-۲۴



$\sin 37^\circ = 0.6$

$\cos 37^\circ = 0.8$

$g = 10\ N/kg$

$F = T_X = 30\ N$

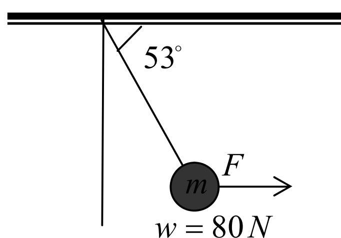
با تطبیق شرط اول تعادل برمحور X می توان نوشت:

$$\sum F_X = 0$$
$$F - T_X = 0 \Rightarrow T_X = 30\ N = T.\sin 37^\circ$$
$$0.6T = 30N$$
$$T = \frac{30}{0.6} N \Rightarrow T = 50\ N$$

از شرط تعادل بر محور Y می توان نوشت:

$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T_Y - W = 0$$
$$T_Y = W = T.\cos 37^\circ$$
$$W = 0.8T = 0.8 \times 50\ N$$
$$W = 40\ N$$
$$m = \frac{W}{g} = \frac{40\ N}{10\ N/kg}$$
$$m = 4kg$$

-۲۵



$W = 80N$

$\sin 53^\circ = 0.8$

$\cos 53^\circ = 0.6$

$g = 10\ N/kg$

$\vec{T} = ?$

$\vec{F} = \vec{T}_X = ?$

حل جزء (۱): از شرط تعادل بر محور Y می توان نوشت:

$$\sum F_Y = 0 \Rightarrow T_Y = W = T.\sin 53^\circ$$

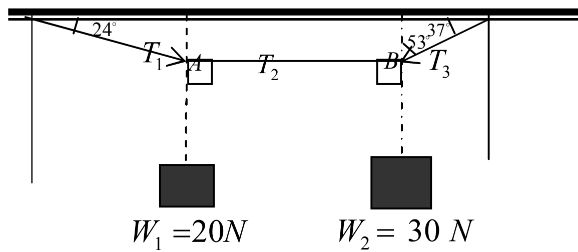
در نتیجه:

$$80N = 0.8 \times T \Rightarrow T = \frac{80N}{0.8} = 100N$$

حل جزء (۲): اکنون با تطبیق شرط تعادل بر محور X قیمت $\vec{T}_X$ را چنین حساب میکنیم:

$$\sum \vec{F}_X = 0 \Rightarrow \vec{F} - \vec{T}_X = 0$$
$$\vec{F} = \vec{T}_X = \vec{T}.\cos 53^\circ = 0.6 \times T$$
$$\vec{F} = T_X = 0.6 \times 100\ N$$
$$\vec{F} = 60\,N$$

-۲۶



$T_1 = ?$	$W_1 = 20\ N$
$T_2 = ?$	$W_2 = 30\ N$
$T_3 = ?$	$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$
$\hat{\theta} = ?$	$\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$

$$\cos 37^\circ = \frac{T_2}{T_3} = 0.8 \Rightarrow T_2 = 0.8\,T_3$$
$$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = \frac{W_2}{T_3}$$

$$T_3 = \frac{W_2}{\cos 53^\circ} = \frac{30\ N}{0.6} = 50\ N \Rightarrow T_3 = 50\,N$$
$$T_2 = 0.8 \times 50\,N = 40\ N$$
$$T_1 = \sqrt{T_2^2 + W_1^2} = \sqrt{(40\,N)^2 + (20\,N)^2} = \sqrt{(1600 + 400)}\,N$$
$$T_1 = \sqrt{2000}\ N \Rightarrow T_1 = 44.7\,N$$

برای در یافت قیمت $\hat{\theta}$ داریم:

$$\sin \hat{\theta} = \frac{W_1}{T_1}$$
$$\sin \hat{\theta} = \frac{20\ N}{44.7\,N} = 0.0424$$

با مراجعه به جدول توابع مثلثاتی دیده می شود که: $\hat{\theta} = 24^\circ$

۲۷-

$$\sum M = F_1 \times d + F_2\ d$$
$$\vec{F_1} = \vec{F}_2 = \vec{F}$$

قوهٔ محصلهٔ (R) عبارت است از:

$$\vec{R} = \vec{F} + \vec{F} = 2\,\vec{F}$$

مومنت محصله = $\sum M = M_1 + M_2 = Fd + Fd = 2\,F.d$

۲۸-

از تعادل مومنت ها:

مومنت محصله = $\sum M = M_1 + M_2 + M_3 = 0$

$$\sum M = F_1 \times r + F_2 \times 2r + F_3 \times 3r$$
$$\sum M = -100\ N \times 0.1m - 250\ N \times 0.2m + 200\,N \times 0.3m$$
$$\sum M = -10\,Nm - 50\ Nm + 60\,Nm = -60\ Nm + 60\,Nm$$
$$\sum M = 0$$

نتیجه نشان میدهد که سیستم در تعادل بوده و هیچ کدام از دسک ها دور نمی خورند.

فصل دوم

حرکت یک بُعدی

نگاه عمومی فصل

هدف عمدۀ این فصل عبارت از دانستن مفهوم علمی حرکت یک بُعدی است تـا شـاگردان بـادرک نمـودن آن حرکـت یک بُعدی را تشریح کرده بتوانند و درزنده گی روزمرۀ خویش از آن استفاده نمایند.

شاگردان باید با مطالعۀ این فصل مفاهیم حرکت، موقعیت، تغییر مکان، سرعت، شتاب، انواع حرکت، معـادلات حرکـت و سـرعت، گرافهـای موقعیـت و سـرعت نظربـه زمـان و سـقوط آزاد اجـسام را کـه از موضـوعات اساسـی بحـث کینماتیک(قسمتی از میخانیک) اند درک و تحلیل کرده بتوانند.

روشهای تدریس

لکچر، سؤال و جواب، کارگروپی، تجربه و بازی در نقش

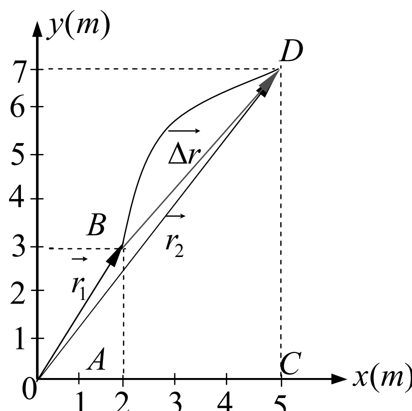
فصل دوم شامل (۱۰) عنوان و (۸) ساعت درسی بوده که در جدول ذیل معرفی میگردند:

عنوان عمومی فصل	عنوان درس	تعداد ساعات درسی
حرکت یک بُعدی	- حرکت به امتداد خط مستقیم - موقعیت و تغییر مکان	۱
	- سرعت متوسط	۱
	- سرعت لحظه یی	۱
	- گراف موقعیت - زمان ($x-t$)	۱
	- تعجیل وگراف سرعت - زمان ($v-t$)	۱
	- حرکت یکنواخت	۱
	- حرکت مستقیم الحظ با شتاب ثابت	۱
	- سقوط آزاد (مفهوم ساحۀ جاذبه)	۱

عنوان درس:(حرکت به امتداد خط مستقیم- موقعیت و تغییر مکان**)، شمارهٔ درس:(**۱-۲**)، صفحهٔ کتاب:(**۵۲**)، وقت:(**یک ساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	حرکت یک بُعدی
۲- نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفاهیم حرکت، سکون و تغییر موقعیت جسم متحرک. • تعریف کردن حرکت به امتداد خط مستقیم، وکتور های موقعیت و تغییر موقعیت جسم متحرک. • عملاً نمایش دادن موقعیت و تغییر موقعیت متحرک در حرکت یک بعدی. • باورمند شدن براینکه همهٔ اجسام در حال حرکت اند و سکون مطلق برای اجسام وجود ندارد.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، کارگروپی
۴- مواد ممد درسی	خط کش ها، موترک ها، کاغذ به اندازهٔ کلانتر (فلپ چارت)، میز کلانتر
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعداز ادای سلام، احوالپرسی، دیدن نظافت و تنظیم صنف، دیدن وظیفهٔ خانه گی و ارتباط آن با درس جدید. برای ایجاد انگیزه سؤالات ذیل را مطرح می کنیم. - در فزیک میخانیک مبحثی را میشناسید که در آن علت حرکت (تأثیر قوه) در نظرگرفته نمیشود؟ فکر کنید. - تغییر موقعیت یعنی چه؟ - به یاد دارید که وکتور کدام نوع خط است؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- دربارهٔ حالت سکون و حرکت اجسام به شاگردان معلومات داده و با مثالهای عملی حالات فوق را در صنف نمایش میدهیم. - شاگردان را به گروپها تقسیم نموده موترها، خطکش ها و کاغذ ها را در اختیار آن ها قرار میدهیم. - در هرگروپ یک شاگرد در مقابل صنف از حالت سکون به خط مستقیم شروع به حرکت نماید و یا موترک را در مقابل صنف و یا هم کاغذ روی میز را از حالت سکون به حرکت مستقیم آورده، هر گروپ به سؤالات ذیل جواب داده و در شکل نشان دهند: - موقعیت اولی و دومی جسم متحرک را مشخص سازید. - مسیرحرکت جسم متحرک را نشان دهید. - حرکت در چند بُعد صورت گرفته است؟ نمایندهٔ هر گروپ کار گروپی خویش را به دیگران توضیح نماید. - بعداً شکل (۲-۲) کتاب درسی را روی تخته ترسیم نموده موقعیت های مختلف متحرک از مبدا (ox_3 , ox_2 , ox_1 و ...) را با سهمگیری شاگردان توضیح کرده و آنها را رهنمایی می نماییم.

	- شاگردان را در اجرای فعالیت مربوط کتاب درسی رهنمایی نموده و درارایهٔ جواب ها برای (۳) سؤال این فعالیت آنها را کمک می نماییم. - درشکل بر روی تخته نشان میدهیم، وکتورهایی که از مبداء (O) به طرف موقعیت اولی و دومی موترک (نقاط A و B) وصل میگردند و کتور های موقعیت نامیده میشوند که موقعیت جسم متحرک را از مبداء (O) درلحظات (t_1) و (t_2) نشان میدهد. - شاگردان را تشویق می نماییم تا وکتور های موقعیت $\vec{r_1}$ و $\vec{r_2}$ را تعریف نمایند. راجع به خصوصیات جمع وتفریق کردن وکتورها به شاگردان مربوط به درس گذشته راتکرار کنید تا مفهوم وکتور تغییر موقعیت ($\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r_2} - \vec{r_1}$) را بدانند. - مثال حل شدهٔ کتاب درسی را مطابق شکل (۵-۲) به شاگردان توضیح می نماییم
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	- خلاصهٔ درس را با تکرار مفاهیمی؛ مانند: تعریف حرکت به امتداد خط مستقیم، وکتور موقعیت و وکتور تغییر موقعیت(مکان) جسم متحرک را روی تخته نوشته وتوضیح می نماییم و بعداً توجه شود تا چند شاگرد آنرا تکرار نماید. - دو نفر شاگرد را در موقعیت های A و B ایستاده نموده و نفر سومی از یک نقطهٔ معین (۰) به حیث مبداء به طرف آنها حرکت نماید تا وکتور های موقعیت $\vec{r_1}$ و $\vec{r_2}$ را نشان دهند، بعداً شاگرد دیگری از موقعیت A به طرف (B) حرکت نماید تا وکتور تغییر موقعیت ($\overrightarrow{\Delta r}$) را نشان دهد. - فاصله های طی شده را توسط خطکش عملاً اندازه نموده و روی تخته یادداشت می نماییم و بعداً نمایش عملی مذکور را روی تخته ترسیم نموده تغییر موقعیت($\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r_2} - \vec{r_1}$) را محاسبه و با نتیجهٔ اندازه گیری خویش مقایسه مینائیم. - در آخر به شاگردان واضح میسازیم که در طبیعت همهٔ اجسام نسبت به یکدیگر و یا یک سیستم مقایسوی دیگر در حال حرکت یک بعدی، دو بعدی ویا سه بعدی بوده؛ و سکون مطلق وجود ندارد.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	- به عوض اینکه به شکل جمعی از شاگردان میپرسیم: شاگردان عزیز! درس را فهمیدید؟ و شاگردان هم جواب میدهند بلی صاحب! بهتر است طور مشخص ازسه شاگردان از موقعیت های مختلف صنف توسط سؤالات؛ مانند: حرکت روی مسیر دایره یک حرکت مستقیم الخط است؟ اگر نیست چرا؟ حرکتی که همزمان دارای مختصات روی محور های عمود بالای یکدیگر (ox و oy) اند یک حرکت یک بُعدی است و یاخیر؟ واضح سازید. وکتور موقعیت و وکتور تغییر موقعیت از هم چه تفاوت دارند؟ درشکل واضح سازید. و امثال آن درس خویش را ارزیابی می نماییم. در اخیر چند سؤال به ارتباط درس مانند سؤالات فوق و سؤال تمرین آخر درس را به شاگردان وظیفهٔ خانه گی میدهیم.

۹- جواب به سؤالهای درس	حل تمرین صفحهٔ (۵۴) کتاب درسی: $\overrightarrow{\Delta r} = \overrightarrow{r_2} - \overrightarrow{r_1}$ است؛ بناءً برای دریافت قیمت های $\overrightarrow{r_2}$ و $\overrightarrow{r_1}$ از مثلث های قایم الزاویهٔ $\overset{\Delta}{OCD}$ و $\overset{\Delta}{OAB}$ داریم که: $\overrightarrow{r_2} = \sqrt{5^2 + 7^2} = \sqrt{25+49} = \sqrt{74} = 8.6m$ $r_1 = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{4+9} = \sqrt{13} = 3.6m$ $\Rightarrow \Delta r = 8.6m - 3.6m = 5m$ 
۱۰- معلومات اضافی	ممکن است بعضی از شاگردان با تعریف های مختلف حرکت های مختلف آشنایی داشته باشند. درینجا باید واضح گردد که در میخانیک، حرکت یک جسم متحرک عبارت از تغییر موقعیت جسم متحرک نسبت به اشیای ماحول آن در یک زمان معین است و یا به عبارت دیگر: جسمی را نسبت به جسم دیگر زمانی در حال حرکت می نامند، که فاصله بین یک جسم و جسم دیگر ویایک نقطهٔ مشخص جسم دیگر ویایک سیستم مقایسوی دیگر در حال تغییر باشد. ممکن است یک متحرک نسبت به یک جسم ویا یک سیستم در حال سکون و نسبت به جسم ویا سیستم دیگر در حال حرکت باشد. حرکت یک بُعدی صرف روی یک خط مستقیم به استقامت محورافقی (ox)و یا فقط محور عمودی (oy) صورت میگرد و هیچگاه همزمان روی محور های (ox) و (oy) در یک سطح (دوبعد)و یا روی محورهای ox، oy و oz در فضای سه بعدی صورت نمیگرد. مسیر حرکت یک متحرک عبارت از محل هندسی نقاط یا مواضع مختلف پی هم اند که متحرک روی آن حرکت میکند؛ بناً زمانی که این محل های هندسی (مسیر حرکت) به استقامت یک خط مستقیم واقع باشند حرکت را به امتداد خط مستقیم (حرکت مستقیم الخط) می نامند و هر گاه مسیر حرکت متحرک به امتداد خط منحنی باشد حرکت را منحنی الخط می نامند. کلمات کینماتیک (Kinematics) و سینماتیک (Cinematic) هر دو به عین مفهوم علم الحرکات تذکریافته اند. طوریکه از نامش پیدا است علم الحرکات علمیست که از حرکت اجسام بدون در نظر گرفتن سبب یا علت حرکت (تأثیر قوه) بحث میکند.

نظربه معلومات سابقه میدانیم که هر وکتور دارای مبداء و انجام بوده و یک جهت معین رانشان میدهد.

تغییر موقعیت متحرک که توسط وکتور نشان داده میشود نیز دارای جهت معین و مقدار می باشد و تمام خصوصیات وکتورها؛ مانند: حاصل جمع، تفریق و ..... در آن صدق میکند.

برای تفهیم بهتر وکتور موقعیت و تغییر موقعیت جسم متحرک، میدانیم که در هر لحظ فاصلۀ طی شدۀ (x) تابع زمان (t) می باشد؛ یعنی $x = f(t)$ است. معادلۀ فوق عبارت از معادلۀ حرکت جسم متحرک می باشد که گراف موقعیت به تابع زمان جسم با ترسیم این تابع در دستگاه مختصات $(x - t)$ بدست میآید.

مثال: معادلۀ حرکت یک متحرک روی خط مستقیم درسیستم(SI) به شکل ذیل داده شده است: $x = 2t^2 - 4t + 1$

الف- می خواهیم وکتور موقعیت جسم را در لحظه های $(t = 0,1,2$ و $3\ s)$ ثانیه روی محور (x) نمایش دهیم.

ب- برای تفهیم تغییر موقعیت، گراف موقعیت به تابع زمان $(x-t)$ آنرا ترسیم می نماییم:

الف- با استفاده از معادلۀ حرکت متحرک جدول قیمت های (t) و (x) را تکمیل و وکتور های موقعیت جسم متحرک را روی محور(x) نمایش میدهیم:

$t(s)$	0	1	2	3
$x(m)$	1	−1	1	7

ب –با توجه به مقادیر محاسبه شدۀ جدول فوق گراف موقعیت به تابع زمان را در شکل چنین رسم می نماییم:

عنوان درس:(سرعت متوسط**)، شمارهٔ درس: (**۲-۲**)،صفحهٔ کتاب:(**۵۴**)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	سرعت متوسط در حرکت یک بُعدی
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن مفهوم سرعت متوسط و تعریف کردن آن. • اندازه کردن تغییر موقعیت در مقطع های زمانی مختلف. • محاسبهٔ سرعت متوسط در انتروالهای زمانی مختلف با واحدات آن و نمایش آن توسط گراف. • باور حاصل نمودن به اینکه سرعت متوسط از خصوصیات مهم حرکت بوده و عملاً در زنده گی از آن استفاده صورت میگیرد.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و کارعملی گروپی
۴- مواد ممد درسی	موترک، خطکش و زمان سنج (ستاپ واچ)
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعداز ادای سلام و احوال پرسی، تنظیم صنف، دیدن وظیفهٔ خانه‌گی و تأمین ارتباط درس گذشته با درس جدید، برای ایجاد انگیزه سؤالات ذیل را مطرح می نماییم: - به نظر شما تغییر موقعیت جسم یعنی چه؟ - آیا تعریف وکتور موقعیت جسم متحرک را بخاطر دارید؟ - شما چه فکر می کنید؟آیا انواع حرکت یکسان اند؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- برای شاگردان توضیح می نماییم که در عمل اکثر اجسام متحرک در اوقات مساوی فواصل مختلف را طی میکنند؛ بناءً ضرورت احساس میگردد که در اوقات مختلف حرکت یک متحرک، فواصل طی شدهٔ مختلف را اندازه گیری کنیم تا سرعت متوسط متحرک را بدست آورده بتوانیم. - مثال اول درس را مطابق شکل (۶-۲) برای شاگردان توضیح نمایید تا بتوانند از تقسیم نمودن فواصل طی شده در انتروالهای زمانی مربوطهٔ آن سرعت های متوسط بدست آورند. - شاگردان را به گروپ ها تقسیم و رهنمایی مینماییم که مطابق فعالیت کتاب درسی عملاً سرعت متوسط را با واحدات اندازه گیری آن دریافت نمایند. - شاگردان را رهنمایی و کمک می نماییم تا مطابق مثال آخر درس، قیمت های حاصل شدهٔ Δx به تابع انتروالهای زمانی (Δt) را در محورات عمودی ($x-t$) جابجا نموده و گراف آنرا ترسیم نمایند. - به شاگردان واضح مینماییم که سرعت متوسط یک کمیت وکتوری بوده و هم جهت وکتور تغییر مکان جسم متحرک می باشد.

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	– تعریف سرعت متوسط را روی تخته نوشته و اجزای (Δx) و (Δt) آنرا به شاگردان دوباره توضیح می نماییم. – یک مثال کوتاه را که در آن قیمت های Δx و Δt واضح و روشن باشد روی تخته توضیح نموده و از شاگردان میخواهیم که در مثال مذکور سرعت متوسط را با واحدات آن در یافت نمایند.
۸–ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	– از چند شاگرد قسمت های مختلف درس را توسط سؤالاتی؛ مانند: ذیل ارزیابی می نماییم: – چرا فاصله های طی شدهٔ (Δx)را توسط متحرک در لحظات زمانی (Δt) اندازه میگیریم؟ – سرعت متوسط را تعریف نمایید. – واحدات اندازه گیری سرعت متوسط را نام ببرید. – آیا ($\frac{Hm}{\min}$ هکتومتر/دقیقه) واحد سرعت متوسط است؟
۹– جواب به سؤالهای درس	حل سؤال صفحهٔ (۵۶)، کتاب درسی: $X = 2t^2 + 1$ $a)\quad \Delta t_1 = (2-1)s = 1\,s$ $b)\quad \Delta t_2 = (1.1-1)s = 0.1s$ $c)\quad \Delta t_3 = (1.01-1)s = 0.01s$ $d)\quad \Delta t_4 = (1.001-1)s = 0.001s$ $\overline{v_1}, \overline{v_2}, \overline{v_3}$ و $\overline{v_4} = ?$ با درنظرداشت معادلهٔ حرکت $X = 2t^2 + 1$ قیمت های (X) مساوی، است به : $x_1 = 2\times1^2 + 1 = 2+1 = 3m$ $x_2 = 2(2)^2 + 1 = 2\times4+1 = 8+1 = 9m$ $x_3 = 2(1.1)^2 + 1 = 2\times1.21+1 = 2.42+1 = 3.42m$ $x_4 = 2\times(1.01)^2 + 1 = 2\times1.0201+1 = 2.0402+1 = 3.0402m$ $x_5 = 2(1.001)+1 = 2\times1.002001+1 = 2.004002+1 = 3.004002m$ بناءً قیمت های سرعت متوسط آن قرار ذیل محاسبه میگردد: $\overline{v_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{9-3}{2-1} = \frac{6m}{1s} = 6\frac{m}{s}$ $\overline{v_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1} = \frac{3.42-3}{1.1-1} = \frac{0.42}{0.1} = \frac{4.2}{1} = 4.2\frac{m}{s}$ $\overline{v_3} = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{x_4 - x_1}{t_4 - t_1} = \frac{3.0402-3}{1.01-1} = \frac{0.0402}{0.01} = 4.02\frac{m}{s}$ $\overline{v_4} = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{x_5 - x_1}{t_5 - t_1} = \frac{3.004002-3}{1.001-1} = \frac{0.004002}{0.001} = 4.002\frac{m}{s}$

۱۰– معلومات اضافی

استاد گرامی! برای شاگردان باید توضیح نماییم که:

هر متحرکی که در زمان های مساوی فواصل مساوی را طی کند، سرعت آن ثابت بوده، حرکت متشابه (یکنواخت) می باشد؛ ولی نمونهٔ این نوع حرکات در طبیعت کم بوده عموماً متحرک در زمان های مختلف فواصل مختلف را طی میکند؛ بناءً سرعت های آن در انتروالهای زمانی مساوی مختلف می باشند.

طوریکه میدانید خارج قسمت مجموع تفاوت های فواصل طی شدهٔ متحرک در زمان های مربوطهٔ آن سرعت متوسط تعریف شده است:

$$\text{سرعت متوسط } V_{av} = \overline{V} = \frac{\text{مجموع تفاوت فاصله های طی شده}}{\text{زمان حرکت}} \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} \ ....(I)$$

هرگاه این موضوع را نسبتاً دقیق تر مطالعه نماییم فرض میکنیم یک متحرک (موتر) از مبداء (۰) به یک خط مستقیم شروع به حرکت نموده در لحظهٔ (t_1) از نقطهٔ (A) و در لحظهٔ (t_2) از نقطهٔ (B) میگذرد.

هرگاه فاصلهٔ نقاط A و B را از مبداء (۰) باالترتیب به x_1 و x_2 نشان دهیم و فاصله یی را که موتر بین نقاط A و B می پیماید به (Δx) و زمان های مربوط به این فاصله ها رابه t_1 و t_2 نشان دهیم، سرعت متوسط متحرک بین نقاط A و B مساوی است به:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \ ....(\Pi)$$

در اکثر موارد مبداء حرکت طوری انتخاب میشود که $x_1 = 0$ بوده؛ یعنی متحرک از مبداء مکان شروع به حرکت می نماید که درینصورت ($t_1 = 0$) بوده و رابطهٔ Π شکل ذیل را می گیرد:

$$\bar{v} = \frac{x_2 - o}{t_2 - o}$$

$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow x = v.t$$

سرعت متوسط نمیتواند معلومات کامل را راجع به تغییرات سرعت در طول فاصلهٔ طی شده، ارائه نماید؛ طور مثال: زمانیکه یک موتر از یک ایستگاه اولی خود شروع به حرکت میکند، سرعتش خیلی کم بوده بعداً سرعت آن زیاد شده و در نزدیکی ایستگاه دوم دوباره سرعت آن کم گردیده تا توقف نماید، در حالیکه سرعت متوسط معلومات دقیق راجع به این تغییرات سرعت ارائه کرده نمیتواند. خصوصیات مفصل این نوع حرکت ها با در نظر داشت فواصل کوچک در زمان های کوچک روشن شده میتواند.

هرگاه انتروالهای زمانی (Δt) بسیار کوچک گردیده و به طرف صفر تقرب نماید($\Delta t \to 0$)، فاصله های (Δx) آن نیز کوچک میگردد که درآنصورت سرعت متحرک به نام سرعت لحظه یی یاد می گردد و در درسهای بعدی خوانده میشود.

عنوان درس: (سرعت لحظه یی**)، شمارهٔ درس: (۳-۲)، صفحهٔ کتاب: (۵۷)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	سرعت لحظه یی در حرکت یک بعدی
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن تفاوت بین سرعت متوسط وسرعت لحظه یی. • تعریف کردن سرعت لحظه یی و بیان نمودن مفهوم آن. • کسب توانایی ارتباط دادن مفاهیم ریاضیکی و فزیکی در سرعت لحظه یی. • درک نمودن اهمیت سرعت لحظه یی و تشخیص عملی آن در حرکات مختلف.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و کارگروپی
۴- مواد ممد درسی	تخته، کاغذ و خط کش
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، ترتیب و تنظیم صنف، دیدن وظایف خانه‌گی، تأمین ارتباط درس گذشته با درس جدید، برای ایجاد انگیزه از شاگردان سؤالات ذیل را مطرح می نماییم: - آیا سرعت متوسط معلومات دقیق‌تر را جع به خصوصیات حرکت ارائه کرده میتواند؟ - آیا برای درک بهتر خصوصیات حرکت به فهمیدن کمیت دیگری ضرورت احساس میگردد؟ اگر جواب مثبت است به کدام کمیت ضرورت خواهد بود؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- برای درک سرعت لحظه یی، مفهوم سرعت متوسط را برای شاگردان تکرار نموده و واضح می نماییم که عموماً اجسام متحرک در زمانه های مساوی، فاصله های مختلف را طی میکنند؛ بناءً سرعت متوسط، تغییرات سرعت در لحظات کوچک حرکت را بر ملا کرده نمی‌تواند. برای شناخت تغییرات سرعت در زمانهای کوچک به درک سرعت دیگری که به نام سرعت لحظه یی یاد میگردد ضرورت است. - برای دانستن مفهوم سرعت لحظه یی مثال حل شدهٔ کتاب درسی را مطابق شکل(۸-۲) توضیح می نماییم...... - مفهوم ریاضیکی لیمت رابه شاگردان توضیح میدهیم تا مفهوم فزیکی سرعت لحظه یی را بدانند. - تفاوت سرعت متوسط وسرعت لحظه یی را به شاگردان توسط مثالها و ارایهٔ گراف ها واضح می سازیم. - شاگردان را بر اساس تعداد شان به گروپ ها تقسیم نموده در قسمت ترسیم و تحلیل گراف $(x - t)$ آنها را رهنمایی و کمک می نماییم تا قیمت های دقیق تر سرعت های لحظه یی را بدست آورده وبه دیگران گزارش دهند. - در آخر به شاگردان واضح شود که سرعت لحظه یی مانند سرعت متوسط، کمیت وکتوری بوده و هم جهت وکتور تغییر مکان می باشد. سرعت لحظه یی نیز مانند سرعت متوسط به واحدهای $\frac{m}{s}$ و $\frac{cm}{s}$ اندازه میگردد.

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	تفاوت سرعت متوسط و سرعت لحظه یی را طور خلاصه روی تخته نوشته به شاگردان تکرار می نماییم. رابطه بین فاصلهٔ طی شده (x) توسط متحرک و زمان (t) مربوط آنرا دریک گراف ترسیم و نکات مهم آنرا یاد آوری می نماییم. سؤالات کوتاه پیرامون نکات اساسی راکه مرتبط با اهداف درس باشد با شاگردان مطرح نموده از آموختن مطلب درس از شاگردان اطمینان حاصل می نماییم.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵دقیقه)	از سه شاگرد نکات مهم وعمدهٔ درس را طی سؤالات کوتاه مانند ذیل ارزیابی نمایید: - سرعت لحظه یی را تعریف نمایید. - لیمت گرفتن از سرعت متوسط چه مفهوم دارد؟ - واحدات اندازه گیری سرعت متوسط و سرعت لحظه یی ازهم چه تفاوت دارند؟ هر گاه شاگردان به سؤالات فوق جواب های درست ارائه کردند به این معنی است که شاگردان درس را فهمیده اند. همچنان برای ارزیابی بهتر از یاد داشت های (چک لست ها) که در جریان مشاهدات خویش از اجرای کارهای گروپی شاگردان گرفته اید نیز استفاده کرده می توانیم.
۹– جواب به سؤال های درس	سؤالات حل ناشده در متن این درس وجود ندارد.
۱۰– معلومات اضافی	استاد گرامی! به شاگردان باید توضیح دهید که نمونه های حرکات متغییر (حرکات شتابی) در عمل زیاد میباشد و تغییرات سرعت آن محسوس میگردد؛ اگر خواسته باشیم دقیقاً این تغییرات سرعت را در لحظات کوچک زمان دریافت نماییم باید سرعت لحظه یی حرکت آنرا بدانیم. هرگاه تغییرات سرعت دریک حرکت موجود نباشد، سرعت آن ثابت و از خارج قسمت فاصلهٔ طی شده برزمان مربوطهٔ آن دریافت میگردد. شاگردان را باید به بعضی از باریکی ها متوجه سازیم؛ مثلاً سرعت اگر متوسط است ویا لحظه یی، کمیت وکتوری بوده و تمام خصوصیات وکتورها را دارا می باشد. واحدات اندازه گیری هر نوع سرعت باهم مشابه بوده طوریکه در سیستم بین المللی (SI) که عموماً به سیستم (M.K.S) اطلاق میشود، واحد سرعت $(\frac{m}{s})$ و در سیستم نسبتاً کوچک (c.g.s) ، $(\frac{cm}{s})$ می باشد. درعمل عموماً سرعت سنج های موترها به $\frac{km \text{ کیلومتر}}{h \text{ ساعت}}$ ویا در سیستم (F.P.S) انگلیسی به $\frac{mil \text{ میل}}{h \text{ ساعت}}$ درجه بندی شده اند.

طوریکه:

$$1\ mile = 1609m$$
$$1\ foot = 0.3048m = 30.48cm$$
$$1\ kg = 2.205\ pound\ (lb)$$

سرعت لحظه یی یک متحرک که به نام سرعت حقیقی نیز یاد میگردد بعداز لیمت گرفتن سرعت متوسط چنین تعریف گردیده است:

$$\vec{v_x} = \vec{v_t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{dx}}{dt}$$

ویا

$$\vec{v_x} = \frac{\overrightarrow{dx}}{dt}$$

یعنی سرعت لحظه یی متحرک عبارت از مشتق اول فاصله نظر به زمان است.

چون به استقامت خط مستقیم درحرکت یک بعدی تمام خصوصیات حرکت در یک بُعد (محورX)صورت می گیرد؛ بنابراین: وکتور سرعت متحرک در حرکت یک بعدی بشکل ذیل نمایش داده میشود:

$$\vec{V} = V_x\ \vec{i}$$

وقتی که جسم در جهت محور (X) حرکت میکند، v_x مثبت است و در نتیجه وکتور سرعت جسم در جهت این محور نیز مثبت است، برعکس زمانی که جسم متحرک خلاف جهت محور (X) حرکت میکند، v_x منفی و وکتور سرعت در جهت عکس این محور نیز منفی می باشد.

$\vec{i}$ عبارت از وکتور واحد به جهت محور(X) است.

عنوان درس:(گراف موقعیت- زمان**)، شمارۀ درس: (۴-۲)،صفحۀ کتاب:(۵۸)، وقت:(**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس:	گراف موقعیت – زمان $(x-t)$
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن مفهوم اینکه فاصلۀ طی شدۀ (x) توسط متحرک، تابع زمان (t) میباشد. • حصول توانایی برای جابجاساختن قیمت های فواصل طی شده و زمان های مربوط روی محورات قایم وترسیم گراف آن. • درک اینکه چگونه می توان مفاهیم فزیکی را به کمک گرافهای ریاضیکی توضیح و نمایش داد؟
۳- روش های تدریس	لکچر، نمایش، سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	تخته، کاغذ و خط کش
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، ترتیب و تنظیم صنف و دیدن و ظایف خانه گی، توجه شاگردان را به طرف خود جلب نموده و جهت یاد آوری درس گذشته و ارتباط آن با درس جدید از شاگردان سؤالات ذیل را مطرح می نماییم: - کریمه جان! گفته میتوانید که سرعت لحظ یی از سرعت متوسط چه تفاوت دارد؟ - کریم خان! آیا واحدات اندازه گیری سرعت لحظه یی را نام گرفته میتوانید؟ - قاسم جان! آیا مضمون ریاضی میتواند ما را در توضیح مفاهیم فزیکی کمک نماید؟ - چه فکر میکنید؟ آیا گذشت زمان در تعیین موقعیت یک جسم متحرک نقش دارد یاخیر؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- سرعت لحظه یی را به شاگردان تعریف نموده قیمت های داده شدۀ شکل (۹-۲) کتاب درسی را روی تخته نوشته میکنیم. به شاگردان توضیح میدهیم که فاصلۀ طی شده (x) توسط متحرک، تابع زمان (t) می باشد؛ یعنی: $x = f\ (t)$ است. - در قسمت اهمیت گراف به شاگردان توضیح میدهیم که چگونه موقعیت یک متحرک در یک زمان معین در گراف تثبیت و نمایش داده میشود. - محورات قایم x و y را روی تخته توسط خط کش رسم نموده و قیمت های داده شدۀ زمان (t) و فواصل طی شدۀ(x) را طور مساویانه باالترتیب روی محور افقی (x) و محور عمودی(y) جابجا می نماییم. - موقعیت های متحرک در زمانهای مربوطۀ آنرا تثبیت، گراف آنرا ترسیم و به شاگردان واضح می نماییم. برای دانستن بهتر تفاوت بین گرافهای حرکات مختلف، شاگردان را به گروپ ها تقسیم نموده و در ترسیم گراف $(x-t)$ برای ارقام داده شدۀ کتاب، آنها را رهنمایی و کمک می نماییم. گراف های ترسیم شده را توسط نمایندۀ هر گروپ نمایش داده و هرگاه مشکلی موجود باشد آنرا بررسی و رهنمایی می نماییم.

۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	- تفاوت بین گرافهای شکل (۱۰-۲) کتاب درسی و گرافی راکه شاگردان در کار گروپی شان تر سیم نموده اند به شاگردان واضح می سازیم. - در گراف شکل (۱۰-۲) کتاب درسی یک رقم فاصلهٔ طی شده؛ مثلاً: به عوض $(x_3 = 15m)$ قیمت $(x_3 = 12m)$ را تغییر داده، تغییر موقعیت متحرک و تغییر شکل گراف آنرا به شاگردان واضح میسازیم. - درقسمت گراف $(x-t)$ داده شدهٔ تمرین، شاگردان را رهنمایی می نماییم تا برای تحکیم بیشتر درس، تمرین داده شده را حل کرده بتوانند. در اخیر روی نکات کلیدی درس مرور دوباره نموده و از مؤثریت تدریس اطمینان حاصل می نماییم.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵دقیقه)	از چند شاگرد قسمت های عمده درس تدریس شده را طی سؤالاتی مانند ذیل می پرسیم تا مطمین شویم که مفهوم درس را فهمیده اند: - فاصلهٔ طی شده توسط متحرک تابع کدام کمیت است؟ - هرگاه گراف $(x-t)$ یک متحرک خط مستقیم باشد، مفهوم فزیکی آن چه میباشد؟ - هر گاه گراف $(x-t)$ یک متحرک خط مستقیم نباشد مفهوم فزیکی آن چیست واضح سازید؟ سؤال تمرین درس را برای شاگردان وظیفهٔ خانه گی میدهیم.
۹- جواب به سؤالهای درس	تمرین صفحهٔ (۵۹) حل- از روی شکل داده شده داریم که: $\Delta t_1 = t_1 - t_0 = 2-02s$ $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 4.4-2=2.4s$ $\Delta t_3 = t_5 - t_2 = 9.2-4.4 = 4.8s$ و میخواهیم دریافت نماییم که: $a)\ \Delta x_1 . \Delta x_2$ و $\Delta x_3 = ?$ $b)\ X_{max} = ?\ (t_5 = 9.2s)$ $c)\ \Delta t' = ?$ جز a: تغییر موقعیت متحرک در انتروالهای زمانی فوق مساوی است به: $\Delta x_1 = x_1 - x_0 = 1 - 0 = 1m$ $\Delta x_2 = x_2 - x_1 = 4-1=3m$ $\Delta x_3 = x_5 - x_2 = 5.8 - 4 = 1.8m$

	جز b: در لحظهٔ $(t_5 = 9.2\,s)$زیاد ترین فاصلهٔ متحرک از مبداء (۰) حرکت مساوی است به: $X_{\max} = 5.8m$ جز c: تغییر موقعیت در لحظهٔ زمانی: $\Delta t' = t_5 - t_4$ $= 9.2 - 7.4 = 1.8s$ مساویست به: $\Delta x' = x_5 - x_4$ $= 5.8 - 5.2 = 0.6m > 0$ چون $(\Delta x' = 0.6m > 0)$ است؛ بناءً تغییر موقعیت درجهت مثبت محور تزاید نموده است.
۱۰– معلومات اضافی	برای شاگردان باید وضاحت داده شود که چگونه مفاهیم فزیکی با مفاهیم و معادلات ریاضیکی ارتباط دارند؛ طور مثال: در ریاضی با رابطه $y = f(x)$ یعنی y تابع متحول (x) است آشنایی دارید. مشابه آن در فزیک فاصلهٔ طی شدهٔ (x) تابع زمان (t) یعنی : $x = f(t)$ است به این معنی که دریک حرکت، متحرک در زمان کم فاصلهٔ کم و هرگاه برای مدت زیادی حرکت نماید، فاصلهٔ بیشتری طی میکند. - درشکل (۱۰–۲) چون گراف فاصلهٔ طی شده (x) به تابع زمان (t) خط مستقیم است، به این معنی است که متحرک در زمانه های مساوی فواصل مساوی راطی نموده است. این حرکت متحرک یک حرکت مستقیم الخط متشابه (منظم) دریک بُعد می باشد که به نام حرکت یکنواخت نیز یادمیگردد. - از روی گراف شکل (۱۰–۲) کتاب درسی به آسانی دریافت میگردد که متحرک در هر لحظه در چه موقعیتی قرار دارد ویا اینکه در هر انتروال زمانی $(\Delta t = 1s)$ تغییرمکان متحرک $(\Delta x = 5m)$است. - واضح است که هرگاه متحرک در انتروالهای زمانی مساوی فواصل مختلف راطی نمایند، تغییر مکان های (Δx)آن مساوی نه؛ بلکه متفاوت می باشند، در آنصورت گراف $(x - t)$خط مستقیم نبوده و شکل دیگری را بخود اختیار میکند، ولی این موضوع به این معنی نیست که در آنصورت حرکت متحرک حرکت مستقیم الخط یک بُعدی نمی باشد، حرکت مستقیم الخط یک بعدی می باشد ولی سرعت آن ثابت نه؛ بلکه دارای شتاب بوده که به نام حرکت مستقیم الخط شتابی یاد میگردد.

عنوان درس:(تعجیل یا شتاب**)، شمارۀ درس:(۵-۲)، صفحۀ کتاب:(۶۰)، وقت:(**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	تعجیل و گراف سرعت - زمان $(v-t)$
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن مفهوم تعجیل متوسط و لحظه یی. • حصول توانایی برای جابجا نمودن قیمت های سرعت و زمان مربوطۀ آن روی محورات قایم و ترسیم نمودن گراف های حرکت یکنواخت و حرکت تعجیلی. • پس بردن به اهمیت تعجیل در زنده گی روزمره و باورمند شدن به اینکه مفاهیم فزیکی می تواند به اساس گرافها تحلیل و نمایش داده شوند.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و نمایش
۴- مواد ممد درسی	تخته، کاغذ، خطکش
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی شاگردان، تربیب و تنظیم صنف، دیدن وظایف خانه گی، برای یاد آوری از درس گذشته و آماده ساختن شاگردان به تدریس درس جدید، توجه شاگردان را به جواب سؤالات ذیل جلب مینمایم: - گراف موقعیت - زمان $(x-t)$ چه معنی دارد؟ - هر گاه گراف $(x-t)$ یک متحرک خط مستقیم باشد مفهوم آن چه میباشد؟ - با ارائه جواب دادن سؤالات فوق افکار شاگردان راجمع نموده برای ایجاد انگیزه سؤالات ذیل را مطرح نمایید: -کلمۀ شتاب نزد آنها چه معنی دارد. آیا دروقت برک گرفتن بایسکل بازهم می توان به آن یک نوع حرکت شتابی داد؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	فرق بین حرکت مستقیم الخط یکنواخت (متشابه) و حرکت متغییر (تعجیلی یا شتابی) را باذکر اینکه در فزیک صنف نهم نیز خوانده اند برای شاگردان تکرار می نماییم. تعریف شتاب یا تعجیل متوسط را توسط رابطۀ ریاضی واضح نمایید تا مفهوم فزیکی آنرا خوبتر درک نمایند. واحدات اندازه گیری شتاب را با تفکیک آن از واحدات سرعت معرفی نموده و مثال حل شدۀ کتاب را به شاگردان توضیح می نماییم. مفهوم ریاضیکی لیمت گرفتن از شتاب متوسط را به شاگردان توضیح می نماییم تا شتاب لحظه یی را بهتر درک نمایند. برای فهمیدن بهتر شاگردان، روابط بین سرعت و زمان را در مثالهای مختلفی که سرعت حرکت متحرک در آن ثابت و یا تغییرات سرعت در آن موجود باشد توضیح نمایید تا گرافهای سرعت- زمان $(v-t)$ را به آسانی ترسیم نموده بتوانند. قیمت های داده شدۀ زمان را روی محور افقی(x) وقیمت های سرعت را روی محور عمودی (y) نشان داده، مثال حل شدۀ کتاب و روش حل تمرینات درس را به شاگردان رهنمایی می نماییم. به شاگردان باید وضاحت داده شود که هر گاه سرعت حرکت یک متحرک کم هم شود در حرکت شتاب موجود بوده و میتوانیم گراف آنرا ترسیم نماییم.

۷- تحکیم درس

(۷ دقیقه)

قسمت های عمدهٔ درس مانند تعریف عمومی شتاب، شتاب متوسط ولحظه یی را برای شاگردان بار دیگر روی تخته نوشته مختصراً تکرار می نماییم.
واحدات اندازه گیری شتاب را در سیستم های مختلف تکرار و با هم مقایسه مینماییم.
یک مثال حرکت شتابی را یاد آوری نموده و گراف $(v-t)$ آنرا ترسیم و با مثال حل شدهٔ کتاب که برای حرکت یکنواخت رسم شده مقایسه مینماییم.
دربارهٔ استفاده از تعجیل در زنده گی روزمره معلومات میدهیم.
کوشش کنید که فعالیت آخر درس که بعد از تمرین ذکر گردیده است برای تحکیم بیشتر درس در صنف ویا لابراتوار انجام شود.

۸- ارزیابی و ختم درس

(۵دقیقه)

از چند شاگرد قسمت های عمدهٔ درس را طی سؤالاتی؛ مانند ذیل ارزیابی می نماییم:
محمود جان! شتاب متوسط چیست؟ تعریف نمایید.
هدایت الله جان! تعجیل لحظه یی را تعریف نموده و واحدات اندازگیری آنرا نام بگیرید.
حامدجان! شما گفته میتوانید هر گاه درایور، یک موتر را برک بگیرد و سرعت موتر کم شده برود در حرکت تعجیل وجود دارد یا خیر؟
با استفاده از چک لست نیز می توانید مؤثریت آموزشی درس را ارزیابی کنید.
سؤالات ۱، ۲، و ۳ کتاب درسی را منحیث وظیفهٔ خانه گی به شاگردان داده آنها را در حل سؤالات رهنمایی می نماییم.

۹- جواب به سؤال های درس

حل تمرین (۱)- از روی قیمت های داده شدهٔ جدول، گراف انرا ترسیم می نماییم:

$t\ (s)$	0	0.5	2.5	1.5	2	3
$v(\frac{m}{s})$	0	2	1	3.5	3.75	4

$v(\frac{m}{s})$ ؛ $t\ (s)$

حل تمرین (۲) -
جز الف:

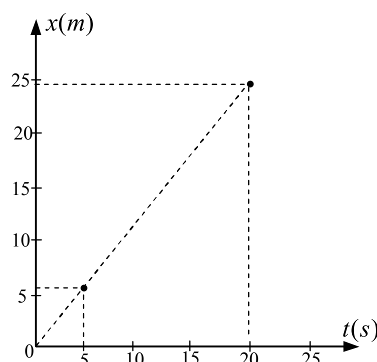
$$\Delta t_1 = t_1 - t_0 = 5 - 0 = 5_s \Rightarrow \overline{a_1} = ?$$
$$\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 12 - 5 = 7s \Rightarrow \overline{a_2} = ?$$
$$\overline{a_1} = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{8-0}{5} = 1.6\frac{m}{s^2}$$
$$\overline{a_2} = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(14-8)m/s}{7\ s} = \frac{6\ m/s}{7\ s} = 0.857\ \frac{m}{S^2}$$

	جز ب: چون: $(\overline{a_1} = 1.6\frac{m}{S^2})$ و $(\overline{a_2} = 0.857\frac{m}{S^2})$ اند. واضح است که: $a_1 \rangle a_2$ است. **حل تمرین (۳):** از مقایسهٔ گراف های $(v-t)$ دو جسم متحرک A و B معلوم میگردد که هر دو جسم متحرک از حالت سکون شروع به حرکت نموده اند، طوریکه سرعت متحرک (A) نسبت به سرعت متحرک (B) در مدت کم افزایش نسبتاً بیشتر نموده است؛ بناءً شتاب متحرک (A) نسبت به متحرک (B) بزرگتر است یعنی: $a_A \rangle a_B$ است.
۱۰– معلومات اضافی	طوریکه میدانید هر نوع تغییرات در سرعت یک متحرک شتاب نامیده میشود. هرگاه در یک حرکت تغییرات سرعت موجود نباشد، در آنصورت سرعت آن ثابت می باشد به این معنی که شتاب در آن وجود نداشته، $(a = 0)$ و حرکت متحرک یک حرکت مستقیم الخط متشابه(یکنواخت) می باشد. طوریکه قبلاً تذکریافت، عملاً مثال های این نوع حرکات که سرعت آن ثابت ویا بدون شتاب باشد کم است، عموماً سرعت متحرک در شروع حرکت صفر ویا کم و بعداً سرعت آن زیاد میشود. و یا برعکس ممکن یک جسم متحرک؛ مثلاً: یک موتر با سرعت زیاد در حرکت باشد بعد از برک گرفتن سرعت آن کم شده توقف می نماید. مسئلهٔ مهم در ینجا اینست که به شاگردان واضح گردد که نه تنها در صورت زیاد شدن سرعت، حرکت شتابی نامیده میشود؛ بلکه در هر دو صورت یعنی در صورت زیاد شدن سرعت و یا کم شدن سرعت، در حرکت متحرک شتاب موجود است، با تفاوت اینکه هر گاه سرعت متحرک با گذشت زمان زیاد شده برود، شتاب آن مثبت (a^+)بوده که بطور عموم این نوع حرکات را حرکات تعجیلی می نامند و برعکس هر گاه سرعت متحرک در زمان حرکت کم شده برود، شتاب آن منفی (a^-) بوده و این نوع حرکات را به نام حرکات تأخیری می نامند که این نوع حرکت ها عموماً به توقف اجسام متحرک می انجامد. شتاب لحظه یی یک متحرک که به نام شتاب حقیقی نیز یاد میگردد از لیمت گرفتن شتاب متوسط از رابطهٔ ذیل بدست میاید: $\overrightarrow{a_s} = \overrightarrow{a_t} = \frac{\overrightarrow{dv}}{dt} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2}$ ویا $= \frac{d^2(\vec{r})}{dt^2}$؛ یعنی شتاب لحظه یی عبارت از مشتق اول سرعت نظر به زمان و یا مشتق دوم فاصله نظر به زمان می باشد. در حرکت مستقیم الخط یک بُعدی و کتور شتاب $(\vec{a})$را مانند وکتور سرعت (که قبلاً ذکرشده) به شکل ذیل نمایش داده میتوانیم: $\vec{a} = a_x.\vec{i}$ درین رابطه هرگاه a_x مثبت باشد $(\vec{a})$درجهت محور (x)، واگر a_x منفی باشد جهت وکتور شتاب $(\vec{a})$خلاف جهت محور (x) قرار میگرد. در حالیکه $(\vec{i})$وکتور واحد به جهت محور (x) است.

عنوان درس:(حرکت یکنواخت**)، شمارهٔ درس:(۶-۲)، صفحهٔ کتاب:(۶۳)، وقت:(**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	حرکت یک بعدی – حرکت یکنواخت
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن مفهوم حرکت یکنواخت. • آموختن معادلات حرکت و سرعت در حرکت یک نواخت. • درک اهمیت حرکت یکنواخت در مطالعهٔ انواع حرکتهای دیگر. • کسب مهارت برای حل تمرینات درس. • تفکیک کردن حرکت یکنواخت را از حرکت های دیگر.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، نمایش و بازی در نقش(Role play)
۴- مواد ممد درسی	تخته، خطکش و کاغذ
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان، ترتیب و تنظیم صنف ودیدن وظایف خانه گی شاگردان، جهت تأمین ارتباط درس گذشته و درس جدید توجه شاگردان را به جواب دادن سؤالات ذیل معطوف بدارید: - آیا به یاد دارید که شتاب لحظه یی چه می باشد؟ و واحدهای اندازه گیری آن در سیستم (cgs) و (MKS) کدام ها اند؟ - هر گاه گراف سرعت زمان یک متحرک، یک خط مستقیم موازی با محور زمان باشد، از آن چه مفهومی میگیرید؟ برای ایجاد انگیزه به درس جدید، توسط طرح یک سؤال، شاگردان را به موضوع جدید علاقه مند سازید؛ مثلاً: اگر در وقت حرکت روی یک جاده در هر دقیقه $50m$ را ه بروید، در آنصورت شما کدام نوع حرکت را خواهید داشت؟ موقع دهید که شاگردان علاقه مند شوند تا نظریات خود را باهم شریک سازند.
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	قبل از شروع درس از میتود تمثیل یا بازی در نقش (Role play) در مدت (۱۰-۵) دقیقه جهت دانستن مفهوم حرکت یکنواخت بین احمد اول نمرهٔ صنف ویک همصنفی دیگرش کریم چنین استفاده صورت گیرد: احمد- کریم جان! از خانه آمدی؟ کریم- بلی احمد جان! ازیکه سرم ناوقت شده بود دویده دویده آمدم. احمد – سرعت دویدنت یکسان بود ویا تفاوت داشت؟ کریم دیگیشه نمیفامم همیکه آهستهٔ کده از خانه برآمده تا حصهٔ سرک تیز تیز آمدم. امی که به سرک مستقیم رسیدم به دویدن شروع کردم و به طرف ساعت خود هم میدیدم که در هر دقیقه تخمینی $(180m)$ راه می رفتم تا که به مکتب نزدیک شدم،

آهسته آهسته دم گرفتم تا که اینجا رسیدم. احمد- بسیار خوب اینه در وقت دویدن بالای سرک سرعتت ثابت بود. کریم- احمد جان! خی همی کدام رقم حرکت است؟ احمد – بیآئید همی را از استاذ فزیک خود پرسان میکنیم. استاد فزیک چنین جواب میدهد: در جریان حرکت کریم جان زمانیکه از خانه بیرون شده سرعت آن کم بوده و آهسته آهسته تزاید یافته است؛ یعنی سرعت آن ثابت نبوده؛ ولی زمانیکه از خانه به سرک مستقیم مکتب رسیده؛ هر گاه در هر دقیقه فاصلهٔ $(180m)$ را طی کرده باشد در آنصورت فواصل مساوی را در وقت های مساوی طی نموده است. چنین حرکت که در آن سرعت متحرک ثابت وشتاب آن صفر باشد به نام حرکت یکنواخت (متشابه) یاد میگردد. - برای شاگردان واضح می سازیم که در حرکت یکنواخت سرعت لحظه یی و سرعت متوسط هر دو باهم مساوی و ثابت می باشند. هرگاه در یک حرکت سرعت ثابت باشد از آن چه نتایجی بدست میآید؟ به شاگردان توضیح مینماییم. - مفهوم معادلات حرکت و سرعت را به شمول حالتیکه فاصلهٔ اولیه (x_0) موجود باشد تشریح می نماییم. به اجزای معادلات حرکت و سرعت با ذکر واحدات اندازه گیری آنها باید وضاحت داده شود تا ذهن نشین گردد. به مفهوم های سرعت مثبت و منفی وضاحت داده مثالهای آنرا تذکر میدهیم. شاگردان را به مفهوم ریاضیکی و فزیکی گراف سرعت زمان $(v-t)$ آن متوجه ساخته مثال حل شدهٔ کتاب درسی را تشریح و تحلیل مینماییم. مطابق شکل (۱۳-۲) در بارهٔ میل گراف که برابر به سرعت متحرک می باشد، به کمک مثلثات توضیح می دهیم.	
تعریف حرکت یکنواخت، معادلات حرکت و سرعت در حرکت یکنواخت را بار دیگر روی تخته نوشته وبه شاگردان تکرار مینماییم. واحدات اندازه گیری هر یک از اجزای معادلات حرکت وسرعت را طور جدا گانه معرفی و با تبدیل واحدات به یکدیگر، شاگردان را متوجه میسازیم که گراف موقعیت – زمان $(x-t)$ در حرکت یکنواخت، یک خط مستقیم را نشان می دهد. شاگردان را همکاری وکمک می نماییم تا مثالهای حرکات یکنواخت را در زنده گی روز مره و تخنیک تذکردهند.	**۷– تحکیم درس** (۷ دقیقه)

۸– ارزیـــابی و خـــتم درس (۵دقیقه)	برای اینکه اطمینان حاصل گردد که شاگردان درس تدریس شده را فهمیده اند ویا نـه، از چند شاگرد سؤالاتی؛ مانند ذیل را مطرح نموده درس را ارزیابی مینماییم: – اسدجان! شما میتوانید حرکت یکنواخت را تعریف نمایید؟ – عبدالسلام جـان! شـما معادلـۀ حرکـت، حرکـت یکنواخـت را روی تختـه نوشـته و اجزای آنرا معرفی نمایید. – داود جان! ازینکه در حرکت یکنواخت سـرعت لحظـه یـی و سـرعت متوسـط بـاهم مساوی و سرعت متحرک ثابت است مفهـوم آن چیـست؟ بـا کلمـات مختـصر واضـح سازید. و در اخیر، تمرین صفحۀ (۶۴) کتاب را برای آنها وظیفۀ خانه‌گی می دهیم.
۹– جواب به سؤال های درس	حل: $v = ?...$ $t_1 = 5s \Rightarrow x_1 = 6m$ $t_2 = 20\,s \Rightarrow x_2 = 24m$ $a)\quad t = o \begin{cases} v_o = ? \\ x_o = ? \end{cases}$ $b)\quad (x-t)$ معادله و گراف $= ?$ جز a: در لحظۀ $(t_0 = o)$ جسم هنـوز شـروع به حرکت ننموده است بناءً $(x_o = o$ و $v_o = o)$ است. جز b: بـا درنظرداشـت کميـت هـای داده شـده معادلۀ حرکت متحرک مساویست به: $x = v.t + x_o$ $x = v.t \Rightarrow v = \frac{x}{t}\begin{cases} v_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{6m}{5s} = 1.2\frac{m}{s} \\ v_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{24m}{20s} = 1.2\frac{m}{s} \end{cases} \Rightarrow V = 1.2t$ و گراف آن نظربه معادلۀ حرکت وارقام داده شده چنین ترسیم گردیده است: 

۱۰– **معلومات اضافی**	کینماتیک عبارت از مطالعهٔ خصوصیات حرکات بدون در نظر داشت علت حرکت (قوه) می باشد. به همین ترتیب مسیر حرکت یک متحرک عبارت از محل هندسی نقاط متمادی است که متحرک بالای آن حرکت میکند. هدف از ذکر کلمهٔ مستقیم الخط با کلمهٔ حرکت (حرکت مستقیم الخط) از نگاه مسیر حرکت آن می باشد، به همین ترتیب مشخصهٔ دیگری که برای مطالعهٔ خصوصیات حرکات خیلی مهم می باشد، عبارت از سرعت متحرک است که باذکر خصوصیات سرعت و تعجیل نیز حرکات را نامگذاری نموده میتوانیم؛ بنابرین حرکتی را که سرعت متوسط و سرعت لحظه یی آن باهم مساوی یعنی در هر لحظه سرعت (v) آن ثابت باشد، چنین حرکت را به نام حرکت مستقیم الخط یکنواخت یا حرکت مستقیم الخط متشابه (منظم) و یا حرکت مستقیم الخط با سرعت ثابت یاد میکنند. در ینجا ذکر نامهای یکنواخت، متشابه، منظم ویا با سرعت ثابت با کلمه حرکت واضح است که از نگاه سرعت علاوه میگردد. زمانیکه سرعت حرکت ثابت باشد، نتایج ذیل حاصل شده می تواند: ۱- درصورت ثابت بودن سرعت، متحرک فواصل مساوی را در اوقات مساوی طی میکند که در اینصورت خارج قسمت فاصلهٔ طی شده برزمان مربوطهٔ آن (سرعت) در هر لحظه با هم متشابه، منظم و یا ثابت می باشد. ۲- شتاب عبارت از تغییرات سرعت نظر به زمان و یا مشتق فاصله نظر به زمان است؛ پس درحرکتی که تغییرات سرعت (شتاب) موجود نباشد، چون مشتق یک حد ثابت مساوی به صفر است؛ بنابرین در چنین حرکتی (حرکت مستقیم الخط یکنواخت) شتاب وجود ندارد؛ یعنی: $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{dv}}{dt} = o$ به این اساس حرکات با سرعت ثابت را به نام حرکات غیر شتابی نیز نامیده میتوانیم. جهت درک بهتر معادلات و خصوصیات حرکت یکنواخت مثال ذیل را حل می نماییم: **مثال:** متحرکی با سرعت ثابت $5\frac{m}{s}$ مخالف جهت محور (x) حرکت میکند. این متحرک در لحظهٔ $(t=o)$ از نقطهٔ $(x=10m)$ میگذرد، درینصورت دریافت نمایید: الف – معادلهٔ حرکت متحرک را. ب – متحرک بعد از چه مدتی به مبداء مختصات میرسد. **حل:** جز الف: طوریکه میدانید معادلهٔ حرکت یکنواخت روی خط مستقیم عبارت است از: $v=-5\frac{m}{s}=const$ $x=x_o=10m$ $t_o=o$ $x = v_x . t + x_o$ $\Rightarrow x = -5t+10$ جز ب – زمانیکه جسم متحرک به مبداء مختصات میرسد، $(x=O)$ شده، بنابرین: $O = -5t+10 \Rightarrow 5t = 10$ $t = \frac{10}{5} = 2s$

عنوان درس: (حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت**)، شمارهٔ درس: (۷-۲)، صفحهٔ کتاب:(۶۴)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت و معادلات مربوطهٔ آن
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی،ذهنیتی)	• دانستن مفهوم حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت. • ترسیم و تحلیل گرافهای حرکت با شتاب ثابت به کمک معادلهٔ $(x-t)$ را کرده بتوانند. • تفکیک نمودن حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت از انواع دیگر حرکات.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، نمایش و کارگروپی
۴- مواد ممد درسی	تخته، کاغذ، خط کش و ....
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از احوالپرسی با شاگردان، ترتیب و تنظیم صنف و دیدن و ظایف خانه گی آنها، غرض ارزیابی درس گذشته و تأمین ارتباط آن با درس جدید از چند شاگرد سؤالاتی ذیل را مطرح می نماییم: - حرکت یکنواخت را تعریف نموده میتوانید؟ - اگر سرعت در یک حرکت ثابت نباشد کدام نوع حرکت است؟ هرگاه شاگردان به سؤالات فوق جوابهای دقیق نمیدهند در آنصورت میتوانیم مختصراً جوابها را ارائه نماییم ویا اینکه در شیوهٔ تدریس خویش تغییراتی را جستجو نماییم. برای ایجاد انگیزه به درس جدید سؤالی را مطرح کنید که علاقهٔ شاگردان را به تفکر جلب و تحریک کند؛ مثلاً: می توانیم از آنها بپرسیم که اگریک موتر روی جادهٔ هموار و مستقیم به طول $5000\,km$ باشتاب ثابت حرکت نماید، چه حادثه رخ خواهد داد؟ آیا تا اخیر راه، راننده موتر را در کنترول خواهد داشت؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- در شروع باید به شاگردان فهمانده شود که مانند سرعت، تغییرات سرعت(شتاب) نیز میتواند درحرکت یک متحرک ثابت باشد، موضوع را با مثالها توضیح می نماییم. ازاهمیت موضوع مساوی بودن شتاب متوسط و شتاب لحظه یی در حرکاتی با شتاب ثابت به شاگردان معلومات داده واضح سازید که می توانیم با کمک آن معادلهٔ سرعت را دریافت نماییم. - مثال حل شدهٔ کتاب درسی را به شاگردان تشریح نموده و گراف مربوط آنرا به آنها تحلیل می نماییم. - معادلهٔ حرکت $(x-t)$ را به کمک مفاهیم خوانده شدهٔ قبلی و معادلات مربوطهٔ آن دریافت نموده مفهوم و اهمیت انرابه شاگردان وضاحت میدهیم. - اجزای معادلهٔ حرکت $(x-t)$ را به شاگردان توضیح نموده و آنرا با معادلهٔ حرکت یکنواخت مقایسه می نماییم. - شاگردان را رهنمایی و کمک می نماییم تا از معادلهٔ سرعت، قیمت زمان (t)را دریافت ودر معادلهٔ حرکت $(x-t)$ و ضح نمایند و معادلهٔ دیگری را که مستقل از زمان (t) باشد دریافت می نماییم. - مثال اخیر درس را به شاگردان تشریح می کنیم تا مفهوم حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت را بهتر درک نمایند.

	- معلم محترم، قبل از حل این مثال اولاً درکتاب درسی قسمت آخر مثال را به این شکل که: (تغییر موقعیت و سرعت متحرک را پس از (25) ثانیه بدست آورید) اصلاح نموده و به ترتیب ذیل حل نمایید: حل: a- از روی معادلهٔ عمومی حرکت در حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت میدانیم که: $a=\frac{1}{2}\frac{m}{s^2}$, $v_0=0,\ x_0=0$, $t=25s$; $x=\frac{a}{2}t^2+v_0t+x_0$ $a)\ \Delta x=x-x_0=x=?$ $b)\ v=?$ $x=\frac{a}{2}t^2=\frac{\frac{1}{2}}{2}\times(25s)^2=\frac{1}{4}\frac{m}{s^2}\times625s^2$ $x=156.25m$ b- به همین ترتیب می توان مقدار سرعت متحرک از روی معادلهٔ سرعت و یا معادله یی که وقت t در آن وجود ندارد چنین بدست آورد: $v=at+v_0$ $v=at=\frac{1}{2}\frac{m}{s^2}\times25s=12.5\frac{m}{s}$ $v^2-{v_0}^2=2a(x-x_0)$ $v^2=2ax=2x\frac{1}{2}\frac{m}{s^2}\times156.25m=156.25\frac{m^2}{s^2}$ $v=\sqrt{156.25\frac{m^2}{s^2}}=12.5\frac{m}{s}$
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	خصوصیات عمدهٔ حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت را طور خلاصه به شاگردان توضیح می نماییم. مثالهای تطبیق فورمولها و گرافهای آنرا که روی تخته قبلاً نوشته و ترسیم گردیده بار دیگر بایک نتیجه گیری آن توضیح می نماییم. دلیلی را که در حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت، گراف $(v-t)$ یک خط مستقیم است، در کلمات کوتاه روشن می نماییم. برای تحکیم بیشتر درس سؤالات کوتاهی را پیرامون نکات عمده و اساسی درس باشاگردان مطرح کنید.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	- برای اینکه اطمینان حاصل نماییم که اهداف درس برآورده شده و شاگردان مفهوم درس را درک نموده اند، توسط سؤالاتی مانند ذیل ارزیابی ونتیجه گیری می نماییم. خالدجان! شما گفته میتوانید که درحرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت تغییرات سرعت موجود است ویا خیر؟ - مسعود جان! معادلات حرکت و سرعت در حرکت مستقیم الخط باشتاب ثابت را نوشته کرده میتوانید؟ - علی جان! شمامیدانید که در حرکت مستقیم الخط باشتاب ثابت، گراف $(v-t)$ یک خط مستقیم است. آیا گراف $(x-t)$ آن نیز خط مستقیم است ویا خیر؟ سؤالات متن درس را وظیفه خانه گی میدهیم.

حل تمرین صفحهٔ (۶۵) کتاب درسی:	۹- جواب بـه سـؤال های درس

حل تمرین صفحهٔ (۶۵) کتاب درسی:

$t_1 = 4\ s$ $\qquad a = const$

$v_1 = 5\ \frac{m}{s}$ $\qquad t_o = o \Rightarrow v_o = ?$

$t_2 = 12 s$ $\qquad (v - t)$ گراف = ?

$v_2 = 11\ \frac{m}{s}$

برای دریافت قیمت های شتاب ثابت وسرعت اولیه (v_o) میدانیم که:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{11-5}{12-4}$$

$$a = \frac{6\ m/s}{8\ s} = \frac{3}{4}\ \frac{m}{s^2} = 0.75\ \frac{m}{s^2} = const$$

و برای دریافت قیمت سرعت اولیه (v_o) درلحظه های t_1 و t_2 می توان نوشت:

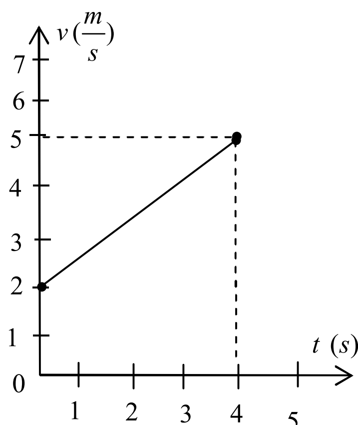
$$v = at + v_o \Rightarrow v_o = v_1 - at_1$$

$$v_o = v_2 - at_2$$

$$v_o = 5 - \frac{3}{4} \times 4 = 2\ \frac{m}{s}$$

ویا $\quad v_o = 11 - \frac{3}{4} \times 12 = 11 - 9 = 2\ \frac{m}{s}$

بنابرین گراف $(v-t)$ آن خط مستقیم است که در شکل ذیل نشان داده است:



حل تمرین صفحهٔ۶۶ کتاب درسی:

$v_o = 2\ \frac{m}{s}$

گراف $(v-t) = ?$

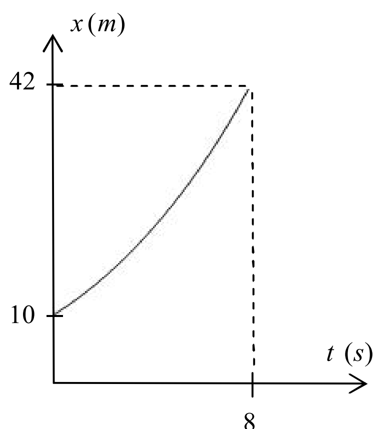
از روی گراف دیده میشود که:

$t_o = o$

$x_o = 10m$

$t = 8 s$

$x = 42m$



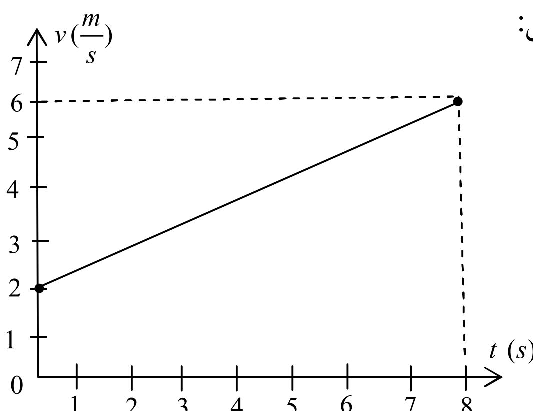
در مرحلهٔ اول میخواهیم شتاب ثابت آنرا دریافت نماییم:

$$x = \frac{a}{2} t^2 + v_o t + x_o$$

$$42 = \frac{a}{2} \times 64 + 2\times 8 + 10$$

$$32\, a = 42 - 26 = 16 \Rightarrow a = \frac{16}{32} = 0.5 \frac{m}{s^2}$$

حال برای ترسیم گراف خط مستقیم، فقط به دو سرعت (v_o) و (v) ضرورت است یعنی:

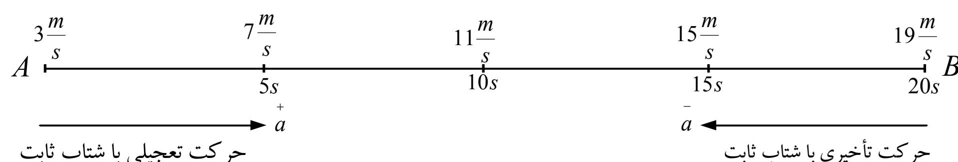


$$v = at + v_o$$
$$v = o.5\times 8 + 2$$
$$v = 4+2 = 6\frac{m}{s}$$
$$v_o = 2\ \frac{m}{s}$$

۱۰– معلومات اضافی

قبلاً واضح گردید، نوع حرکتی که در امتداد خط مستقیم صورت گرفته و در آن تغییرات سرعت (شتاب) موجود باشد به نام حرکت مستقیم الخط متغییر یا حرکت مستقیم الخط شتابی یاد میگردد.

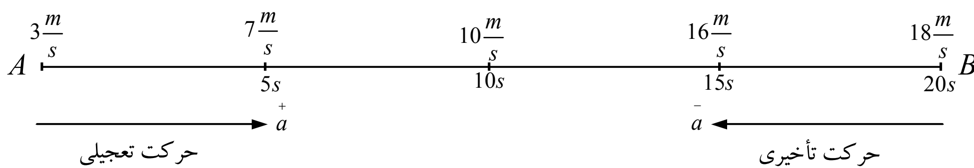
هرگاه سرعت متحرک روبه افزایش باشد، حرکت را به نام حرکت تعجیلی و اگر سرعت متحرک روبه کاهش باشد، حرکت را به نام حرکت تأخیری یاد میکنند؛ ولی حرکت وقتی مستقیم الخط با شتاب ثابت است که تغییرات سرعت در آن نیز در لحظات مساوی با هم مساوی باشد؛ مثلاً روی خط مستقیم ذیل که تغییرات مساوی سرعت به جهت مثبت (+) و برخلاف آن تغییرات مساوی سرعت به جهت منفی یک متحرک دیده میشود، حرکت روی یک مستقیم بوده و این حرکت در هر دو جهت دارای شتاب ثابت است:



از اینجا نتیجه گرفته میشود که در حرکت فوق از طرف نقطهٔ A به طرف نقطهٔ B و برخلاف آن از نقطهٔ B به طرف نقطهٔ A در هر دو صورت تغییرات سرعت بعداز هر

$(5s)$ ثابت بوده و منظم به اندازهٔ $4\dfrac{m}{s}$ تغییر میخورد، با تفاوت اینکه در حرکت از $(A \to B)$ تغییرات سرعت روبه افزایش بوده و شتاب آن مثبت (a^{+}) و برخلاف در حرکت از $(A \leftarrow B)$ تغییرات سرعت روبه کاهش بوده و شتاب آن منفی $(\bar{a})$ می باشد.

هرگاه تغییرات سرعت متحرک به طور منظم روبه افزایش ویا روبه کاهش نبوده؛ بلکه طور غیر منظم زیاد ویا کم گردد چنین حرکت مستقیم الخط، شتاب ثابت نداشته بلکه محض حرکت مستقیم الخط تعجیلی ویا تأخیری می باشد نه حرکت منظم شتابی؛ چنانچه در ذیل تغییرات سرعت غیرمنظم یک متحرک نشان داده شده است:



معادلات حرکت وسرعت برای حرکت مستقیم الخط تعجیلی فقط همان معادلات برای حرکت مستقیم الخط باشتاب ثابت می باشد، یعنی:

$$x = \frac{a}{2}\,t^2 + v_0\,t + x_o$$

$$v = \frac{dx}{dt} = a.t + v_o$$

$$v^2 - v_o^2 = 2\,a\,(x - x_o)$$

ولی برای حرکت مستقیم الخط تأخیری معادلات فوق معادلات حرکتی که شتاب آن منفی بوده و از سرعت اولیهٔ آن کاسته میشود شکل ذیل را بخود میگرد:

$$x = v_o.t - \frac{a}{2}\,t^2 + x_o$$

$$v = \frac{dx}{dt} = v_o - at$$

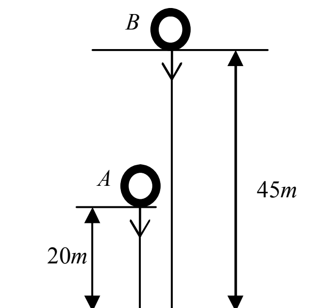
$$v_o^2 - v^2 = 2\,a\,(x - x_o)$$

همین سه معادلهٔ اخیر (حرکت، سرعت و معادله یی که زمان (t) در آن وجود ندارد)، در حرکات تحت تاثیر قوهٔ جاذبه زمین نیز باکمی تفاوتها قابل تطبیق می باشند.

عنوان درس:(سقوط آزاد)**، شمارهٔ درس: (**۸-۲**)، صفحهٔ کتاب: (**۶۶**)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	سقوط آزاد (مفهوم ساحهٔ جاذبه)
۲– نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم سقوط آزاد اجسام و ساحهٔ جاذبه. • فهمیدن اینکه کدام قوه باعث شتاب جاذبهٔ زمین میگردد. • تفکیک نمودن معادلات حرکت و سرعت سقوط آزاد از معادلات حرکات دیگر. • درک اینکه سقوط آزاد یک نمونهٔ طبیعی حرکت باشتاب ثابت است.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، کارگروپی و نمایش
۴– مواد ممد درسی	دو ورق کاغذ، سکه یا گلولهٔ فلزی ویا سنگ مدور
۵– قـــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از احوال پرسی شاگردان، ترتیب و تنظیم صنف، دیدن و ظایف خانه گی برای تأمین ارتباط درس گذشته با درس جدید، سؤالاتی؛ مانند ذیل را با چند شاگرد مطرح میسازیم: - سکینه جان! آیا درحرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت تغییرات سرعت موجود است؟ - ملالی جان! کدام مثالی از حرکت با شتاب ثابت را که به شکل طبیعی صورت میگرد گفته میتوانید؟ هرگاه جوابات شاگردان قناعت بخش نبود آنها را رهنمایی نموده و تذکر میدهیم که نمونهٔ خوبی از حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت، سقوط آزاد اجسام تحت تاثیر قوهٔ جاذبه است که درس امروز تانرا تشکیل میدهد. - برای ایجاد انگیزه لازم است سؤال های مورد علاقه وتفکر بر انگیزی را؛ مانند سؤالات ذیل با شاگردان مطرح نموده و بالای آن بحث نمایید: - اگر در قطب جنوب سنگی را به بالا پرتاب کنید، دوباره به زمین بر می گردد؟ چرا؟ چرا هر قدر یک سنگچل از ارتفاع بلند تر سقوط کند، به جسمی که در سطح زمین در لحظهٔ سقوط اصابت می کند، ضربهٔ قویتر می زند؟

۶– فعالیــــت جریــــان درس (۲۸ دقیقه)	در شروع درس سؤالاتی راکه در کتاب درسی تذکر یافته و امثال آنرا از شاگردان بپرسید تابه فکرکردن مجبور شوند و بدانند که چرا همه چیز به طرف زمین سقوط می کند؟ - در اجرای فعالیت سقوط آزاد اجسام مختلف، که در کتاب درسی ذکر شده شاگردان را رهنمایی وکمک می نماییم. - به شاگردان این حقیقت را واضح میسازیم که در صورتیکه مقاومت هوا موجود نباشد و اجسام به کتله های مختلف و اشکال مختلف در خلاء در نزدیکی زمین رها شوند، با شتاب ثابت سقوط میکنند. - راجع به قیمت تعجیل جاذبهٔ (شتاب ثقل) زمین(g) در نزدیکی سطح زمین و موقعیت های مختلف جغرافیایی زمین و جهت تعجیل جاذبه و ضاحت میدهیم. خصوصیات سقوط آزاد اجسام را به شاگردان روشن می سازیم تا به کمک آن معادلات حرکت و سرعت سقوط آزاد را آسانتر درک کرده بتوانند. - توجه شاگردان را به مثال حل شدهٔ کتاب جلب نموده آنها را کمک و رهنمایی مینماییم تا با تطبیق معادلات ریاضیکی، مفهوم فزیکی سقوط آزاد اجسام را درک نمایند.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	- برای تحکیم درس نکات اساسی مربوط به درس و خصوصیات عمدهٔ سقوط آزاد اجسام را طور خلاصه روی تخته نوشته، تکرار می نماییم. - روی این موضوع تاکید مینماییم که سقوط آزاد، نمونهٔ خوب حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت در طبیعت بوده و تنها قوهٔ جاذبهٔ زمین (وزن اجسام) است که اجسام را در نزدیکی زمین باشتاب ثابت به طرف مرکز خود میکشاند. معادلات حرکت و سرعت در سقوط آزاد را با ذکر اجزای آن برای شاگردان تکرار می نماییم. هرگاه شاگردان با سؤالاتی مواجه شدند به آنها وقت داده و سؤالات را طور کوتاه و دقیق جواب میدهیم.

۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	جهت ارزیابی و نتیجه گیری درس سؤالاتی؛ مانند ذیل را با چند شاگرد (شاگرد لایق، متوسط و شاگردانیکه به کمک بیشترنیاز دارند) مطرح مینماییم: - لیلاجان! گفته میتوانید کدام قوه است که باعث سقوط آزاد اجسام به طرف زمین میگردد؟ - حلیمه جان! شماگفته میتوانید معادله های حرکت وسرعت سقوط آزاد کدام هااست؟ - درخانی جان! گفته میتوانیدکه در وقت سقوط اجسام قیمت شتاب ثقل (g) ثابت است و یاخیر؟ و قیمت (g) در سطح زمین چقدر است؟ - هر گاه شاگردان به سؤالات فوق جوابهای قناعت بخش ارائه کردند؛ پس در واقع به اهداف درس نایل آمده ایم و در غیر آن باید در میتود تدریس خویش تجدید نظر نماییم. در اخیرتمرین درس را وظیفهٔ خانه گی میدهیم. - از نتیجهٔ چک لست ها نیز می توانید در ارزیابی درس استفاده بعمل آرید.
۹- جواب به سؤالهای درس	حل تمرین درس صفحهٔ ۶۹ کتاب درسی:  $h_1 = y_1 = 20m$ $h_2 = y_2 = 45m$ $v_o = 0$ t_1 و $t_2 = ?$ v_1 و $v_2 = ?$ $g = 10\frac{m}{s^2}$ چون: $h = y = \frac{g}{2}t^2$ است لذا: $y_2 = \frac{g}{2}t_2^2$ و $y_1 = \frac{g}{2}t_1^2$ $gt_2^2 = 2y_2$ $g\,t_1^2 = 2\,y_1$ $t_2^2 = \frac{2y_2}{g}$ $t_1^2 \ \frac{2y_1}{g}$ $t_2^2 = \frac{2\times45}{10} = \frac{90}{10}$ $t_1^2 = \frac{2\times20}{10} = \frac{40}{10} = 4$ $\Rightarrow t_2 = \sqrt{9} = 3s$ $\Rightarrow t_1 = \sqrt{4} = 2\,s$ واضح است که جسم (B) یک ثانیه بعد از جسم (A) به زمین میرسد. برای دریافت سرعت های آن درلحظات رسیدن به زمین داریم که: $v = gt$ $v_2 = gt_2$ و $v_1 = g\,t_1$ $v_2 = 10\frac{m}{s^2}\times 3\,s$ $v_1 = 10\frac{m}{s^2}\times 2s$ $v_2 = 30\frac{m}{s}$ $v_1 = 20\frac{m}{s}$

۱۰– معلومات اضافی	در زنده گی روزمره همهٔ ما با سقوط آزاد اجسام آشنایی داریم که تمام اجسام درنزدیکی زمین به طرف مرکز زمین سقوط میکنند؛ ولی بعضی از انسانهای متفکر از زمانه های قدیم درین باره بیشتر تجسس نموده اند،طوریکه ارسطو فیلسوف یونانی معتقد بوده که جسم سنگین نظربه جسم سبک سریعتر سقوط میکند؛ ولی در اواخر قرن شانزدهم میلادی گالیله خلاف عقیدهٔ ارسطو نظر داد که علت سقوط اجسام مختلف به زمین از یک ارتفاع معین در اوقات مختلف، فقط مقاومت هوا است که در مقابل جسامت ها و سطوح مختلف اجسام فرق میکند، نه سبکی ونه سنگینی اجسام؛ اگر اثر مقاومت هوا از بین برود همهٔ اجسام بزرگ و کوچک، ورق باز کاغذ با سطح نسبتاً برزگتر و یا ورق کلوله شده از عین ارتفاع درعین زمان به زمین میرسند. از جملهٔ حرکاتیکه تحت تأثیر قوه جاذبه صورت می گیرد، یک نمونهٔ طبیعی آن همان حرکت مستقیم الخط با شتاب ثابت، توسط سقوط آزاد اجسام است. خصوصیات عمدهٔ سقوط آزاد که این حرکت را از حرکات دیگر تفکیک میکند اینست که سقوط اجسام تحت تأثیر قوهٔ جاذبهٔ زمین (وزن اجسام) بدون سرعت اولیه (v_o) در امتداد قایم (عمودی) صورت می گیرد که عموماً فاصلهٔ طی شدهٔ عمودی جسم را به حروف h یا y نشان میدهند؛ چون قوه های عامل بالای اجسام در جهات خود سبب تعجیل میشوند؛ پس قوهٔ جاذبهٔ زمین (قوهٔ ثقل) نیز باعث تعجیل میگردد که این تعجیل از تعجیل مطلقه که عموماً به حر ف (a) نشان داده میشود فرق داشته و به نام تعجیل جاذبوی (شتاب ثقل) یاد میگردد و به حرف (g) نشان داده میشود. جهت تعجیل جاذبهٔ $(\vec{g})$ به طرف پایین یعنی همیشه به طرف مرکز (ثقل) زمین میباشد که قیمت آن در سطح هموار زمین $(g = 9.81\frac{m}{s^2} = 32\frac{ft}{s^2})$ است واین مقدار درمحل های مختلف نظر به ارتفاع از مرکز ثقل زمین تغییر میخورد. در سقوط آزاد با در نظر داشت اینکه بعضی از کمیت های ذیل مساوی به: $v_o = 0$ سرعت اولیه $x_o = 0$ فاصلهٔ اولیه $x \rightarrow y = h$ فاصلهٔ طی شده $a \rightarrow g$ تعجیل (شتاب) بوده بنابرآن معادلات حرکت وسرعت آن عبارت اند از: $x = \frac{a}{2}t^2 + v_o t + x_o$ $h = y = \frac{g}{2}t^2$ $v = \frac{dy}{dt} = gt$

هرگاه ازمعادلۀ حرکت، قیمت (t) را بدست آورده و در معادلۀ سرعت وضع نماییم، در آنصورت داریم که: $gt^2 = 2y \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ $\Rightarrow v = g.t = g.\sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{g^2 .2y}{g}} = \sqrt{2gy}$ $v = \sqrt{2gy} = \sqrt{2gh}$	

حل سؤالات اخیر فصل دوم

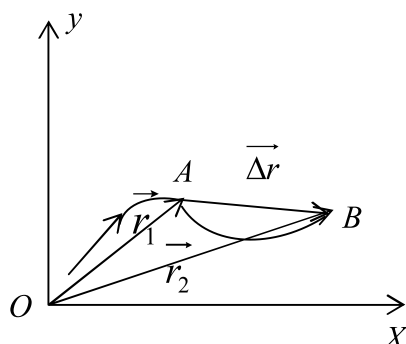
۱- وکتور موقعیت (مکان) عبارت از وکتوری است که موقعیت جسم را در هر لحظه مشخص میکند. مبدأ این وکتور، مبدأ کمیات وضعیه و انجام آن موقعیت جسم است که معمولاً به حرف $\vec{r}$ نشان داده میشود.

۲- وکتور تغییر مکان (موقعیت) بین دو لحظۀ (t_1 و t_2) عبارت از وکتوری است که مبدأ آن موقعیت متحرک در لحظۀ t_1 و انجام آن موقعیت متحرک در لحظۀ t_2 می باشد.

۳- وکتور های موقعیت $\vec{r_1}$ و $\vec{r_2}$ در شکل دیده میشود طوریکه:

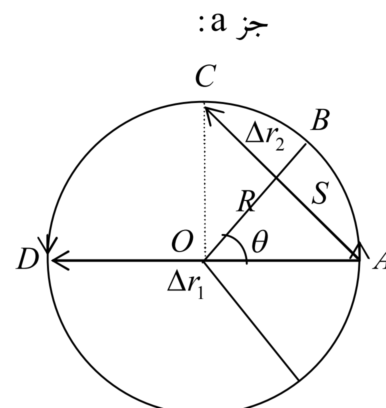
$$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r_2} - \vec{r_1}$$

عبارت از وکتور تغییر موقعیت جسم است.



۴- حل:

جز a:



$R = 100m$

$d = ?$ (نیم دور $= 180^o = (\pi \text{ Rad})$)

$\overrightarrow{\Delta r} = ?$

چون وسعت زاویه $(\hat{\theta})$ مساویست به:

$$\hat{\theta} = \frac{S}{R}$$

$$\Rightarrow S = R.\hat{\theta}$$

بناءً مسافت طی شده نیم دور دایره مساویست به:

$$S = d = R \times \pi \ Rad = 100\,m \times 3.14$$

$$d = 314\,m$$

به همین ترتیب وکتور تغییر موقعیت موتر مساوی به وتر دایره است یعنی:

$$\Delta r_1 = 2\times R = 2\times 100\,m = 200m$$

جز b:

$\overrightarrow{\Delta r_2} = ?$ (حصهٔ مسیر $\frac{1}{4}$) در

با استفاده از دعوی فیثاغورث داریم که:

$$\Delta r_2^2 = R^2 + R^2$$

$$\Delta r_2^2 = 2R^2 \Rightarrow \Delta r_2 = \sqrt{2R^2} = \sqrt{2}.R = 1.414\times 100$$

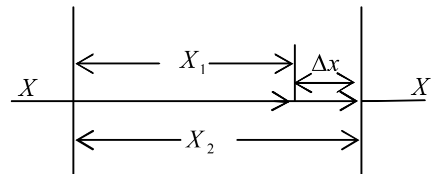
$$\Delta r_2 = 141.4m$$

جز c: $\overrightarrow{\Delta r_3} = ?$ (در یک دور مکمل)

چون در یک دور مکمل، موتر دوباره به نقطهٔ اولی (آغاز حرکت) میرسد، بناءً قیمت $\Delta r_3 = 0$ میشود.

۵- وقتی وکتور های موقعیت $(\vec{r})$ و وکتور های تغییر موقعیت $(\overrightarrow{\Delta r})$ هم جهت اند، که حرکت مستقیم الخط و به یک جهت (+) ویا (-) خط مستقیم صورت گیرد.

۶-



$t_1\,(x_1 = 6m)$

$t_2\,(x_2 = 7m)$

$\overrightarrow{\Delta x} = ?$

(مقیاس هر m به اندازه ۱cm در شکل درنظر گرفت شده است)

$$\overrightarrow{\Delta x} = \overrightarrow{x_2} - \overrightarrow{x_1} = 7m - 6m = 1m$$

۷- گراف مکان – زمان $(x-t)$ عبارت از رابطهٔ گرافیکی موقعیت یک جسم متحرک از فاصله های X (عموماً روی محور عمودی) و زمان های مربوطهٔ t (روی محور افقی) آنست طوری که همیشه فاصلهٔ طی شده ویا موقعیت جسم تابع زمان می باشد؛ یعنی: $X = f(t)$

۸- سرعت متوسط عبارت از اوسط تغییر مکان یک جسم متحرک در هر ثانیه است و یا بطور خلاصه تر، سرعت متوسط عبارت از تغییرات موقعیت بر زمان است؛ یعنی:

$$\bar{v} = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

درحالیکه سرعت لحظه یی عبارت از لیمت سرعت متوسط است زما نیکه (Δt)به طرف صفرتقرب کند و یا به عبارهٔ دیگر سرعت لحظه یی عبارت از مشتق فاصله نظر به زمان است؛ یعنی:

$$V_X = \lim_{\Delta t \to o} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

و هر دو سرعت در صورت حرکت مستقیم الخط یکنواخت(متشابه) با هم مساوی اند.

۹- قبل از حل سؤال، کمیات معلوم و مجهول را که از ما خواسته شده یادداشت نموده، تمام واحدات اندازه گیری را به یک سیستم میاوریم. بعداً برای تحلیل موضوع مطابق شکل به حل سؤال اقدام می نماییم:

$t_1 = 1h = 3600s$

$v_1 = 15\,\frac{m}{s}$

$t_2 = 10\min = 600s$

$v_2 = 0$

$t_3 = 30\ \min = 1800s$

$v_3 = 20\,\frac{m}{s}$

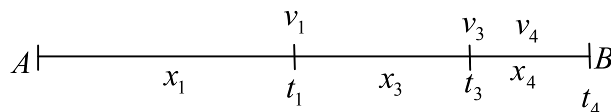
$t_4 = \frac{1}{4}\,h = 900s$

$v_4 = 12\,\frac{m}{s}$

$a)\ \ X_{AB} = ?\ (km)$

$b)\ \ \bar{v} = ?\ \frac{km}{h}$ (در طول کل مسیر)

$c)\ \ \bar{v} = ?$ (در طول مدت دریوری)



حل:

جز a:

$$X_{AB} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

در حالیکه

$$x = v\,.t$$

$$\Rightarrow x_1 = v_1.t_1 = 15\,\frac{m}{s}\ x\ 36000s =$$

$$x_1 = 54000m = 54\ km$$

$$x_2 = v_2\ t_2 = 0 \times t_2 = 0$$

$$x_3 = v_3.t_3 = 20\frac{m}{s} \times 1800s$$

$$x_3 = 36000m = 36\ km$$

$$x_4 = v_4.t_4 = 12\frac{m}{s}\,x\ 900s = 10800m = 10.8km$$

$$\Rightarrow X_{AB} = 54km + 0 + 36km + 10.8km = 100.8km$$

جز b:

در طول کل مسیر $\quad \bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4}{4} = \frac{15+0+20+12}{4} = \frac{47}{4} = 11.75\frac{m}{s}$

جز c:

در طول مدت دریوری $\quad \bar{v} = \frac{v_1 + v_3 + v_4}{3} = \frac{15 + 20+12}{3} = \frac{47}{3} = 15.67\ \ \frac{m}{s}$

۱۰- حل:

جز a:

$$t_1 = 20S \begin{cases} v_1 = 10\frac{m}{s} \\ v_2 = 18\frac{m}{s} \end{cases}$$

$a,\ \bar{a} = ?$

$b,\ \bar{a} = const$

$t_3 = ?\,(v_3 = 1.8\frac{km}{h})$

$v_3 = 1.8\frac{1000\,m}{3600\,s} = 0.5\frac{m}{s}$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$\bar{a} = \frac{18-10}{20-0}\ \frac{8}{20} = \frac{2}{5}\ \frac{m}{s^2}$$

جز b:

$$v_3 = at_3 + v_o$$
$$at_3 = v_3 - v_o$$
$$t_3 = \frac{v_3 - v_o}{a} \text{ ویا } \frac{v_o - v_3}{a}$$
$$t_3 = \frac{18 - 0.5}{\frac{2}{5}} = \frac{17.5}{\frac{2}{5}} = 17.5 \times \frac{5}{2} = \frac{87.5}{2}$$
$$t_3 = \frac{875}{20} = 43.75s$$

۱۱ – حل:

$t = 30s$

$v = 1200\frac{km}{h}$

$\bar{a} = ? \Rightarrow g$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{t} = \frac{1200\frac{1000m}{3600s}}{30s}$$
$$\bar{a} = \frac{\frac{12000}{30}\frac{m}{s}}{30s} = \frac{1000}{3} \cdot \frac{1}{30}\frac{m}{s}\cdot\frac{1}{s}$$
$$\bar{a} = \frac{100}{9}\frac{m}{s^2} = 11.12\frac{m}{s^2} \rangle g$$
$$\text{ویا } \frac{a}{g} = \frac{11.12m/s^2}{9.8m/s^2} = 1.14$$

۱۲- حل:

جز a: جهت درک نمودن نوع حرکت مطابق شکل میدانیم که:

$a = const$

$t_1 = 20s$

$v_1 = 36\frac{km}{h} = 10\frac{m}{s}$

$t_2 = 10s$

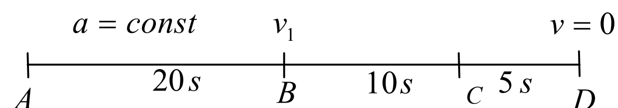
$t_3 = 5s$

$v = 0$

$\vec{a} = const$

a) جهت های $\vec{v}$ و $\vec{a}$ در هر سه مرحله

b) گراف $(x-t)$ از شروع تا توقف



- درفاصلهٔ (AB) حرکت با شتاب ثابت (حرکت تعجیلی)
- درفاصلهٔ (BC) حرکت یکنواخت
- در فاصلهٔ (CD) حرکت با شتاب ثابت (حرکت تأخیری) بناءً:

درفاصلهٔ AB: چون حرکت مستقیم الخط و شتاب آن (+) است پس جهت وکتورهای $\vec{v}$ و $\vec{a}$ هر دو مثبت و هم جهت اند، یعنی: $\vec{a^+}$ و $\vec{v^+}$ هم جهت اند.

در فاصلهٔ BC: $\vec{v^+} = const$ و $\vec{a} = o$

درفاصلهٔ CD: جهت وکتور های $\vec{v}$ و $\vec{a}$ مخالف همدیگراند: $\vec{a^-}$ و $\vec{v^+}$

جز b: جهت ترسیم گراف باید فواصل طی شدهٔ جسم در فاصلهٔ AB برای زمان های (۱۰s و ۲۰s) را به دست آوریم.

$$x = \frac{a}{2}t^2 + v_0^0\, t + x_0^0$$

$$v = at \Rightarrow a = \frac{v}{t} = \frac{10m/s}{20s}$$

$$a = 0.5\frac{m}{s^2} = const$$

$$\begin{cases} x = \frac{a}{2}t^2 = \frac{0.5}{2}\times(20)^2 = 100m \\ x = \frac{a}{2}t^2 = \frac{0.5}{2}\times(10)^2 = 25m \end{cases}$$

به همین ترتیب درفاصلهٔ (BC) که حرکت یکنواخت(متشابه) است، فاصلهٔ

$$x = v_1 \times t_2$$

$$x = 10\frac{m}{s}.10s = 100m$$

را بعداز (۲۰s) مرحلهٔ اول، و (AB) را در (۱۰s) دیگر حرکت طی نموده، یعنی در زمان $(30s = 10+20)$ فاصلهٔ $(200m = 100+100)$ را طی نموده است.

بعداز برک گرفتن درفاصلهٔ (CD) چون حرکت تأخیری بوده و موتر قبل از آن به همان سرعت قبلی $10\,\frac{m}{s}$ در حرکت بود که برای فاصله (CD) حیثیت سرعت اولیه را دارا می باشد، یعنی:

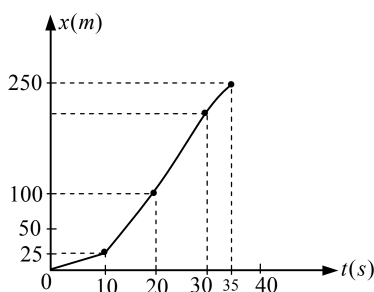
$$v_o = 10\,\frac{m}{s} \qquad x = v_o\, t - \frac{a}{2}\, t^2$$

$$t = 5\, s \qquad x = 10\times 5 - \frac{0.5}{2}(5)^2$$

$$v = 0 \qquad x = 50 - 0.25\times 25$$

$$a = 0.5\frac{m}{s^2} \qquad x = 50 - 6.25 = 43.75m$$

بناءً با درنظر داشت فواصل محاسبه شده در زمان های مربوط آن، گراف $(x - t)$ از شروع تا توقف حرکت رسم گردیده است:



در فاصلهٔ (CD) برای زمان $(t = 3s)$ داریم که:

$$x = v_o\, t - \frac{a}{2}\, t^2$$

$$x = 10.3 - \frac{0.5}{5}.\,9$$

$$x = 30 - 0.25.9$$

$$x = 30 - 2.25 =$$

$$x = 27.75m$$

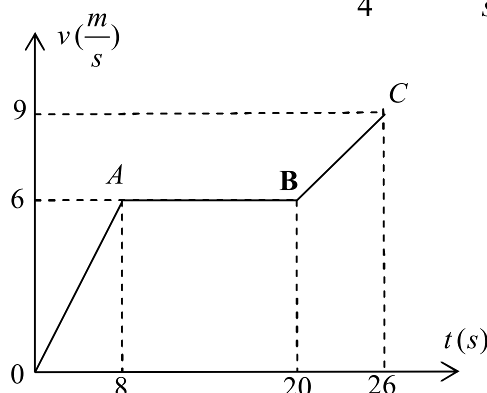
۱۳- حل:

جزa:

از گراف $(v-t)$ صفحهٔ ۷۲ کتاب دیده میشود که در مرحلهٔ (OA) گراف خط مستقیم است به این معنی که شتاب دراین مرحله ثابت و مساویست به :

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_o}{t_1 - t_o} = \frac{v_1}{t_1} = \frac{6m/s}{8s}$$

$$a_1 = \frac{3}{4} = 0.75\,\frac{m}{s^2} = const$$



درمرحلهٔ (AB) مقدار سرعت ثابت، حرکت یکنواخت و مقدار شتاب صفر است؛ یعنی: $a_2 = 0$

در مرحلهٔ(BC) مانند مرحلهٔ OA گراف خط مستقیم است؛ پس شتاب درین مرحلهٔ ثابت بوده مساویست به:

$$a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{9-6}{26-20} = \frac{3}{6} = 0.5\frac{m}{s^2} = const$$

جز b: شتاب متوسط در انتروال زمانی (۲۶s - ۰) مساویست به:

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = \frac{0.75 + 0 + 0.5}{3} = \frac{1.25}{3}$$

$$\bar{a} = 0.42\frac{m}{s^2}$$

-۱۴

$T = 10s \Rightarrow$ (زمان بالارفتن و دوباره پائین آمدن) $t = \frac{T}{2} = \frac{10}{2} = 5s$ (زمان سقوط آزاد)

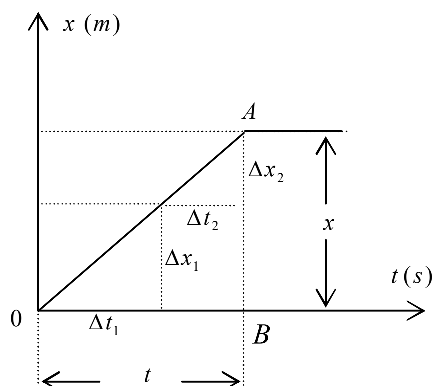
$h = y = ?$

$g = 10\,\frac{m}{s^2}$

$$y = \frac{g}{2}t^2 = \frac{10\,m/s^2}{2} \times (5s)^2$$

$$y = 5\,\frac{m}{s^2} \times 25\,s^2 = 125m$$

-۱۵ حل: از گراف $(x-t)$ دیده میشود که خارج قسمت فاصله های کوچک (Δx) ها برزمانهای مربوطه (Δt) آنها میل گراف است که عبارت از سرعت های متحرک در لحظه های زمانی مربوطهٔ شان میباشند؛ پس سرعت متوسط متحرک در مثلث بزرگتر $(\overset{\Delta}{OAB})$ مساویست به :



$$\bar{v} = \frac{\text{کل فاصله طي شده}}{\text{کل زمان}} = \frac{x}{t}\left\{\frac{cm}{s}،\ \frac{m}{s}\ \text{ویا}\ \frac{km}{h}،\ \ldots\right\}$$

-۱۶ سرعت لحظه یی عبارت از لیمت سرعت متوسط است، درصورتیکه (Δt) به طرف صفر تقرب کند ویا سرعت لحظه یی عبارت از مشتق فاصله نظر به زمان است؛ یعنی:

$$v_x = \lim_{\Delta t \to o} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

واحد اندازه گیری سرعت لحظه یی و دیگر انواع سرعت ها در سیستم (SI) عبارت از $(\frac{m}{s})$ است.

۱۷- حرکت یکنواخت(متشابه) روی خط مستقیم عبارت از حرکتی است که سرعت لحظه یی جسم متحرک درتمام لحظه ها یکسان باشد. یا به عبارت دیگر حرکت متشابه روی خط مستقیم حرکتی است که متحرک فاصله های مساوی را در اوقات مساوی طی نمایند. معادلات سرعت و حرکت در حرکت یکنواخت از تعریف سرعت چنین بدست میآید:

$$\bar{v} = v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow \Delta x = v.\ \Delta t$$

زمانیکه فاصلهٔ جسم متحرک از مبدأ در لحظهٔ $(t_o = 0)$ مساوی به فاصلهٔ اولیه (x_o) و در لحظهٔ (t) مساوی به (x)باشد؛ یعنی:

$$x - x_o = v\ (t - 0)$$
$$\Rightarrow x = vt + x_0$$

۱۸- در سیستم (SI) معادلهٔ حرکت $x = 2t+3$ داده شده. از روی معادلهٔ حرکت داریم که:

$a)\ \ t_1 = 1S \Rightarrow x_1 = ?\}$
$\quad t_2 = 4S \Rightarrow x_2 = ?$
$b)\ \ \Delta x = ?$
$c)\ \ v = ?$

حل: جزa:

$$x = v.t + x_o \qquad x = 2t+3$$
$$x_1 = 2t_1 + 3 \qquad x_2 = 2t_2 + 3$$
$$x_1 = 2\times 1 + 3 = 5m \qquad x_2 = 2.\ 4 + 3 = 11m$$

جز: b

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 11 - 5 = 6\ m$$

جز: c

$$v = \frac{dx}{dt} = 2\ \frac{m}{s}$$

۱۹- حل:

$v = const$
$t_1 = 2s \Rightarrow x_1 = 11m$
$t_2 = 7s \Rightarrow x_2 = 38.5m$
$a)\ \begin{cases} v = ? \\ x = ?(t_0 = 0) \end{cases}$
$b)\ \begin{cases} (x-t) \\ x = ? \end{cases}$ معادله حرکت $= ?$

حزa:

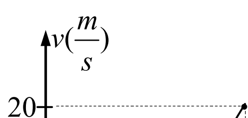
$$v = v_1 = v_2 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{x_2}{t_2}$$
$$v = \frac{11m}{2s} = 5.5\frac{m}{s} \quad \text{ویا} \quad \frac{38.5m}{7s} = 5.5\frac{m}{s}$$
$$t = 0 \begin{cases} u_0 = 0 \\ x_0 = 0 \end{cases}$$

جزb:

$$x = v.\ t + x_0$$
$$x = vt$$

۲۰- گراف سرعت – زمان $(v-t)$ که اطلاعاتی در بارهٔ حرکت جسم در اختیار ما میگذارد. رابطهٔ گرافیکی بین قیمت های سرعت و زمان

$t(s)$	0	1	2	3	5
$v(\frac{m}{s})$	0	2	5	10	20



مربوطهٔ یک حرکت طوری رسم میگردد که قیمت های زمان را روی محورافقی و قیمت های سرعت متحرک را که تابع زمان است روی محور عمودی کمیات و ضعیه طور مساویانه قرار میدهیم و نقاط مربوط را که از تقاطع قیمت های زمان (t)و سرعت های (v)حاصل میگردد باهم وصل نموده گراف سرعت به تابع زمان $(v-t)$ تکمیل میگردد.
یک نمونهٔ آن در شکل دیده میشود:

۲۱- حل: شتاب متوسط عبارت از تغییرات سرعت در واحد وقت است؛ یعنی:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

واحد اندازه گیری شتاب (تعجیل) متوسط و انواع دیگر شتاب ها درسیستم (SI) عبارت از ($\frac{m}{s^2}$ $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه مربع}}$) است.

۲۲- حل:

$t_1 = 7s$

$v = 20 \frac{m}{s}$

$t_2 = 10s$

$v_2 = 32 \frac{m}{s}$

$\bar{a} = ?\ (t_1 \to t_2)$

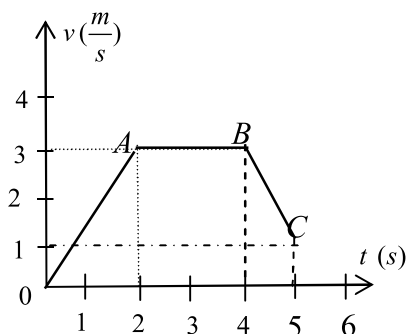
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$\bar{a} = \frac{32-20}{10-7} = \frac{12\, m/s}{3s} = 4\ \frac{m}{S^2}$$

۲۳- حل: شتاب لحظه یی را توسط گراف $(v-t)$ از روی شکل در زمان های $t_4 = 5s$ و $t_3 = 4\ s\ , t_2 = 2s,\ t_1 = 0$ چنین بدست می آوریم:

$$v = at + v_0$$

$$\Rightarrow a = \frac{v}{t}$$



بناءً

$$a_1 = 0\ ,\ a_2 = \frac{3}{2} = 1.5\frac{m}{S^2}$$

$$a_3 = \frac{3}{4} = 0.75\ \frac{m}{S^2}$$

$$a_4 = \frac{-1}{5} = -0.2\ \frac{m}{S^2}$$

۲۴- حل:

جز a:

$h = y = 520\,m$

$v_o = 2\,\frac{m}{s}$

$a)\ t = ?$ در وقت رسیدن

$b)\ v = ?$ به زمین

$g = 10\,\frac{m}{s^2}$

$$y = v_o\, t + \frac{g}{2} t^2$$

$$2\, t + \frac{10}{2} t^2 = 520$$

$$5\, t^2 + 2t - 520 = 0 \equiv a x^2 + bx + c = 0$$

$$t_{1.2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t_{1.2} = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4\times 5\,(-520)}}{2\times 5}$$

$$t_{1.2} = \frac{-2 \pm \sqrt{4+10400}}{10} = \frac{-2 \pm \sqrt{10404}}{10} = \frac{-2 \pm 102}{10}$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{-2+102}{10} = \frac{100}{10} = 10\,S\ /\ t_2 = \frac{-2-102}{10} = \frac{-104}{10} = -10.4s$$

قیمت $(t_1 = t = 10s)$ برای این حرکت اهمیت داشته و با در نظرداشت آن قیمت سرعت را دریافت می نماییم:

$$v = v_o + gt = 2 + 10\times 10 = 102\frac{m}{s}$$

۲۵- حل:

جزa:

$y_A = 500\ m$

$y_B = 320m$

$v_o = 0$

$a)\ t_A$ و $t_B = ?$

$b)\ v_A$ و $v_B = ?$

$g = 10\,\frac{m}{s^2}$

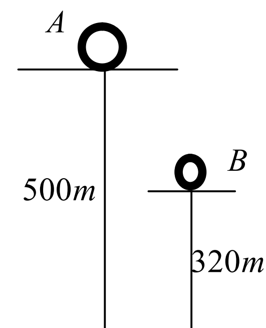
$$y_A = \frac{g}{2} t_A^2 \quad و \quad y_B = \frac{g}{2} t_B^2$$

$$t_A^2 = \frac{2\times y_A}{g} \quad و \quad t_B^2 = \frac{2\times y_B}{g}$$

$$t_A^2 = \frac{2\times 500\,m}{10\,\frac{m}{s^2}} \quad و \quad t_B^2 = \frac{2\times 320m}{10\,m/s^2}$$

$$t_A^2 = 100\,m.\frac{s^2}{m} \quad و \quad t_B^2 = 64\,s^2$$

$$t_A = 10\,s \quad و \quad t_B = 8\ s$$



واضح است که جسم A $(10 - 8 = 2s)$ دو ثانیه بعداز جسم B به زمین میرسد.

جزb:

$$v_A = g.\,t_A \quad و \quad v_B = g.\,t_B$$

$$v_A = 10\frac{m}{s^2}\times 10\ s \quad و \quad v_B = 10\,\frac{m}{s^2}\times 8$$

$$v_A = 100\,\frac{m}{s} \qquad v_B = 80\,\frac{m}{s}$$

۲۶- حل:

جز a:

برای دریافت سرعت (v) جسم در لحظهٔ رسیدن به زمین از ارتفاع y'، میدانیم که سرعت v' جسم حیثیت سرعت اولیه را داشته؛ پس:

$h = y' = 40\ m$

$v' = 10\ \frac{m}{s}$

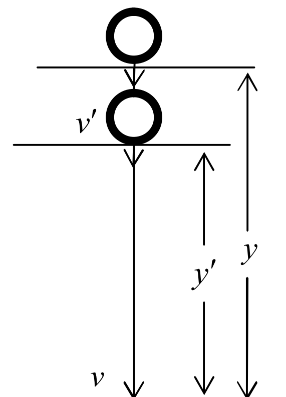
$a)\ \ v = ?$

$b)\ \ y = ?$

$c)\ \ v' = ?\ y'$ در فاصلهٔ

$d)\ \ (y-t)$ گراف $=?$

$$v_o = v'$$
$$\Rightarrow v^2 - v'^2 = 2gy'$$
$$v^2 = 2gy' + v'^2$$
$$= 2 \times 10 \frac{m}{s^2} \times 40\ m + (10\ \frac{m}{s})^2$$
$$= 800\ \frac{m^2}{s^2} + 100\ \frac{m^2}{s^2} = 900\ \frac{m^2}{s^2} = (30\ \frac{m}{s})^2$$
$$\sqrt{v^2} = \sqrt{(30\ \frac{m}{s})^2} \Rightarrow v = 30\ \frac{m}{s}$$



جز b:

$$2\ g\ y = v^2 - v_o^2$$
$$\Rightarrow y = \frac{v^2}{2g} = \frac{(30\frac{m}{s})^2}{2 \times 10\frac{m}{s^2}} = \frac{900\frac{m^2}{s^2}}{20\frac{m}{s^2}}$$
$$y = 45\ \frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{s^2}{m} = 45\ m$$

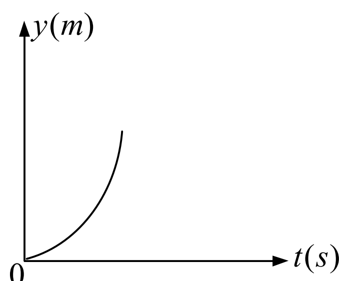
جز c:

درمدت سقوط از ارتفاع ۴۰ متر الی زمین

$$\bar{v} = \frac{v' + v}{2} = \frac{10\ \frac{m}{s} + 30\frac{m}{s}}{2}$$
$$\bar{v} = \frac{40\,m/s}{2} = 20\ \frac{m}{s}$$

جز d:

چون سقوط آزاد، یک حرکت مستقیم الخط تعجیلی باشتاب ثابت تقریباً $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$است؛ بناءً گراف موقعیت–زمان $(y-t)$ آن شکل ذیل را دارد.



فصل سوم

حرکتهای دوبُعدی

نگاه عمومی فصل

در فصل دوم، شاگردان حرکت اجسام را در مباحث تغییر موقعیت، سرعت و شتاب (به شمول حرکت سقوطی اجسام تحت تأثیر شتاب جاذبه یی زمین) دریک بُعد مطالعه نموده اند و دراین فصل آنها حرکتهای عمومی اجسامی؛ مانند: توپ شوت شده، طیارۀ درحال پرواز و یا مرمی سریع السیر و امثال آن را که در هوا به دو بُعد نزدیک به سطح زمین حرکت دارند، مطالعه خواهند کرد. مثالهای ذکر شده همه مثالهایی از حرکتهای پرتابی بوده که در دو بُعد تشریح شده می توانند. هر چند مقاومت هوا، اکثراً مهم است، ولی در بسیار حالات تأثیر آن قابل صرف نظر می باشد. باید علاوه کرد که ما در این فصل حرکت جسمهای پرتاب شده را فقط در حالیکه آنها در هوا تحت تأثیر جاذبۀ زمین در حرکت می باشند، با شاگردان تحلیل و بررسی خواهیم کرد و همچنان قیمت شتاب جاذبۀ زمین $(g = 9.8\frac{m}{s^2})$ را که بالای جسمهای پرتاب شده به طرف پایین عمل می کند، ثابت فرض می کنیم.

در این فصل شاگردان موضوعاتی از قبیل تغییر مکان و سرعت متوسط، شتاب متوسط و شتاب لحظه یی، حرکتهای پرتابی، پرتاب مایل، حرکت دایره یی، حرکت دایره یی یکنواخت و شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت را خواهند آموخت و با موارد وسیع استفادۀ آنها در تکنالوژی آشنا خواهند شد.

معلم صاحب محترم! لازم است خلاصۀ متن این مقدمه را به حیث معلومات مقدماتی برای شاگردان ارائه نماییم و به سؤالات ساده و عمومی که توسط شاگردان مطرح می شود جواب های لازم ارائه کنید.

روشهای تدریس: لکچر، کار گروپی و جوره یی، مباحثه و گفتگو، سؤال و جواب و اجرای تجارب لابراتواری.

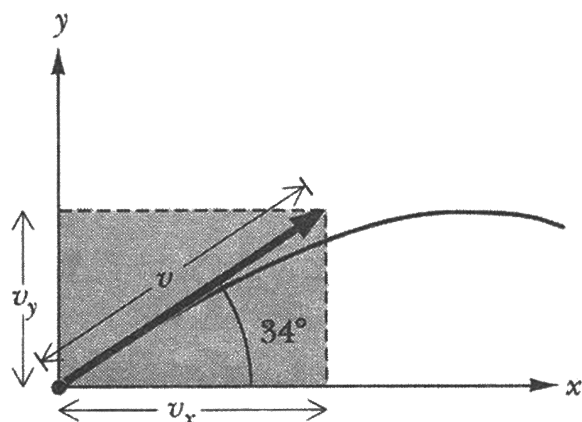
این فصل شامل پنج درس و حل تمرینها بوده و در چوکات ده ساعت درسی درنظر گرفته شده است که عناوین درسها و تعداد ساعات درسی درجدول زیر معرفی گردیده است:

عنوان فصل	عنوان های درس ها	تعداد ساعات درسی
حرکتهای دوبُعدی	تغییر مکان و سرعت متوسط - سرعت لحظه یی	۱
	شتاب متوسط، شتاب لحظه یی — حرکتهای پرتابی	۲
	پرتاب مایل	۲
	حرکت دایره یی — حرکت دایره یی یکنواخت	۲
	شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت- دینامیک حرکت دایره یی یکنواخت	۱
	حل سؤالها و تمرینهای اخیر فصل	۲

عنوان درس:(حرکت های دو بعدی- تغییر مکان و سرعت متوسط - سرعت لحظه یی**)، شمارهٔ درس:(**۱-۳**)، صفحهٔ کتاب:(**۷۵**)، وقت:(**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	تغییر مکان و سرعت متوسط – سرعت لحظه یی
۲- نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن بررسی تغییر مکان، سرعت متوسط و سرعت لحظه یی در حرکت های دو بعدی. • دانستن تفاوتها بین تغییر مکان، سرعت متوسط و سرعت لحظه یی در حالت های یک بعدی و دو بعدی. • دانستنن مفهوم سرعت لحظه یی در حرکت دو بعدی. • کسب توانایی لازم در انجام فعالیت درس وحل نمودن مثال داده شدهٔ درس و تمرین.
۳- روش های تدریس	لکچر، فعالیت گروپی و سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	تخته، تباشیر و تخته پاک
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم نمودن صنف و ارزیابی درس گذشته و تأمین ارتباط درس گذشته با درس جدید، به ارائه مثال هایی در مورد حرکت دوبعدی و ارتباط دادن آن با موضوعاتی که دراین فصل می آموزند، می پردازیم. - شاگردان را متوجه درس نموده، برای انجام فعالیت (تحقیق کنید) که قبل از شروع درس آمده است، به گروپ های مختلف شاگردان وظیفه میدهیم تا از طریق نقطه یابی در انتروال زمانی ۰ تا ۵ ثانیه مسیر حرکت سنگ پشت (مروبط تحقیق کنید) را در سیستم SI رسم نمایند و حتمی است که در انجام فعالیت شاگردان را کمک و رهنمایی لازم می کنیم. موضوع را به درس جدید ارتباط میدهیم و به این ترتیب عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و سؤالاتی را که در شروع درس ذکر شده، جهت ایجاد انگیزه با شاگردان مطرح میکنیم.
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- نظریات شاگردان را به دقت می شنویم. گفته های شانرا روی تخته یاد داشت نموده و به جمع بندی نظریات شان می پردازیم. - برای بررسی تغییر مکان و سرعت متوسط و سرعت لحظه یی در حرکت های دو بعدی مطابق شکل داده شدهٔ درس، فرض می کنیم که متحرك در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A، مکان $\vec{r_1}$ و در لحظهٔ t_2 در نقطهٔ B، مکان $\vec{r_2}$ قرار داشته باشد، چنانچه از آموخته های قبلی شاگردان، وکتوری که از A به B رسم میشود، تغییر مکان جسم را در انتروال زمانی $\Delta t = t_2 - t_1$ نمایش میدهد. - این وکتور را که در شکل (۳-۳) کتاب درسی نشان داده شده است، روی تخته رسم

	می کنیم و نشان میدهیم که و کتور های سرعت و تغییر مکان هم جهت هستند. به همین ترتیب وکتور متذکره را با استفاده از رابطهٔ ریاضی بدست می آوریم. - شاگردان باید با شیوهٔ سؤال و جواب و استفاده از متن، سرعت متوسط و سرعت لحظه یی را ازهم تفکیک کرده بتواند. - شاگردان را در گروپ ها تنظیم نموده و به آنها وظیفه میدهیم تا شکل های (۲-۲) و (۳-۳) را تحلیل نموده و بگویند که چرا وکتور سرعت متوسط و وکتور تغییر مکان هم جهت هستند، در صورتیکه وکتور سرعت لحظه یی بر مسیر منحنی حرکت مماس است. از نمایندهٔ هر گروپ میخواهیم تا توضیحات شانرا در مورد ارائه کنند. - به نظریات شاگردان گوش داده و جهت تکمیل نمودن نظریات آنها توضیح میدهیم که: چون جهت وکتور تغییرمکان جسم، قرار تعریف همیشه از موقعیت اولی (A) به طرف موقعیت دومی (B) است و سرعت متوسط که عبارت از $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$ بوده، علامهٔ آن مثبت و قرار شکل (۲-۳) نیز این سرعت هم سمت تغییر مکان جسم است؛ بناءً هر دو (سرعت متوسط و وکتور تغییر مکان) هم جهت اند. - شاگردان را درزمینهٔ بدست آوردن سرعت لحظه یی از سرعت متوسط کمک می نماییم. - در اخیر مثال داده شده را با سهمگیری فعال شاگردان حل می نماییم.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با تکرار مختصر و طرح سؤالات کوتاه از نکات اساسی و بحث روی آنها تحکیم بخشیده و از شاگردان بخواهید تا تمرین مربوط این درس را به طور کار خانه گی انجام دهند.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	با طرح چند سؤال کوتاه، مرتبط با اهداف درس، شاگردان را ارزیابی نموده وهمچنان هنگام تدریس، حل مثال و اندازهٔ سهمگیری شاگردان به درس با استفاده از روش تیهٔ چک لست، از آموزش مطلوب درس توسط شاگردان اطمینان حاصل می نماییم.
۹- جواب به سؤالهای درس	۱- حل سؤالیکه زیر عنوان (تحقیق کنید) آمده است: $x = 10\,t \;\Rightarrow\; t = 0\,,\; x = 0$ $y = -5t^2 \;\Rightarrow\; y = -5.0 = 0$ $t = 5s$ $x = 10\;.\;5$ $x = 50m$ $y = -5(5)^2$ $y = -5(25)$ $y = -125m$ y, x, 0, 10, 20, 30, 40, 50, −5, −10, −20, −30, −40, −50, −60, −70, −80, −90, −100, −125 $A\,(-5,10)$, $t = 1s$ درلحظهٔ $B\,(50,-125)$ $t = 5s$ درلحظهٔ

حل تمرین بعد از متن درس: $x = 10t \Rightarrow t_1 = 0, x_1 = 0 \Rightarrow t_2 = 2s, x_2 = 20m$ $y = -2t^2 \Rightarrow t_1 = 0, y_1 = 0 \Rightarrow t_2 = 2s, y_2 = -8m$ $\vec{v}_x = ?$ $\vec{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ $\vec{v}_x = \frac{20-0}{2-0} = \frac{20}{2} = 10 m/s$ $\vec{v}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1}$ $\vec{v}_y = \frac{-8-0}{2-0} = \frac{-8}{2} = -4 m/s$	
معلم محترم، برای روشن شدن موضوع و ازدیاد معلومات شما مثال ذیل داده شده تا مفاهیم آن را به دقت درک و در عمل از آن استفاده کنید. **مثال:** شخص توپی را مطابق شکل با سرعت اولیهٔ $30.0m/s$ به طرف شرق با زاویهٔ 34° نسبت به افق برتاپ میکند. مؤلفه های سرعت اولیهٔ توپ در دو جهت افقی و عمودی چقدر خواهد بود؟  **حل:** با استفاده از رابطه های $v_{0x} = v_0 \cos\theta$ و $v_{0y} = v_0 \sin\theta$ و قیمت های داده شده $\theta = 34^\circ$ و $v = 30.0m/s$ مؤلفه های سرعت اولیه عبارت اند از: $v_{0x} = v_0 \cos\theta = 30\frac{m}{s} \times \cos 34^\circ$ $v_{0y} = v_0 \sin\theta = 30\frac{m}{s} \times \sin 34^\circ$ چون $\cos 34^\circ = 0.829$ و $\sin 34^\circ = 0.559$ بنا براین نوشته می توانیم که: $v_{0x} = 30\frac{m}{s} \times 0.829 = 24.9\frac{m}{s}$ $v_{0y} = 30\frac{m}{s} \times 0.559 = 16.8\frac{m}{s}$ $v_0 = 30.0\frac{m}{s}$ $\hat{\theta} = 34^\circ$ $v_{0x}, v_{0y} = ?$ $\sin 34^\circ = 0.559$ $\cos 34^\circ = 0.829$	**۱۰- معلومات اضافی**

عنـــوان درس:(شـتاب متوسـط- شـتاب لحظـه یـی- حرکـت هـای پرتـابی)، **شـــمارهٔ درس:**(۳و۲-۳)، **صفحهٔ کتاب:**(۷۸)، **وقت:**(دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	شتاب متوسط، شتاب لحظه یی و حرکت های پرتابی
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفاهیم شتاب متوسط، لحظه یی و حرکت پرتابی. • تحقیق نمودن در مورد دو مثال حرکت شتابدار که در آنها، اندازهٔ سرعت تغییر می کند. • دانستن اینکه حرکت پرتابی نوعی از حرکت دو بعدی است. • دانستن اینکه در حرکت روی مسیر منحنی، وکتور شتاب متوسط با وکتور سرعت هم جهت نیست. • استفاده از مشتق گرفتن در حل سؤالهای مربوط به حرکت دو بعدی . • اجرا کردن فعالیت به روی کاغذ گراف و مطالعهٔ اینکه در حرکت دارای سرعت ثابت روی مسیر منحنی، $\overrightarrow{\Delta v}$ بر $\vec{v}$ عمود است. • آشنایی با سه فرضیهٔ متن کتاب درسی، برای مطالعه و تحلیل حرکت های دوبعدی. • باورمند شدن به اینکه مسیر حرکت جسم پرتاب شده به صورت افقی، یک شاخهٔ پارابول است.
۳- روش های تدریس	لکچر، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	کاغذ گراف، قلم، موترک، سرعت سنج
۵- قـــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از سلام دادن، احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از درس گذشته، غرض ایجاد انگیزه، توجه شاگردان را به درس جدید (شتاب متوسط و شتاب لحظه یی و حرکت های پرتابی) با طرح چنین سؤالاتی جلب میکنیم: شما چه فکر می کنید وقتی که سرعت یک جسم د رهنگام حرکت تغییر کند، حرکت آن چه گونه است؟ فرض کنید جسمی روی مسیر منحنی حرکت می کند، در آنصورت در مورد جهت حرکت و شتاب آن چه میدانید؟ به نظر شما حرکت های پرتابی چه مسیری را در فضا طی می کنند؟ چه فکر می کنید سنگی که با مسیر افقی تحت یک زاویه پرتاب شده، حرکت آن از جملهٔ کدام نوع حرکت به شمار میرود؟

۶- فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	- به نظریه های شاگردان گوش دهید و با ارائه مثال ها آنها را همکاری کنید تا به مفهوم شتاب متوسط و شتاب لحظه یی آشنایی حاصل نمایند و ارتباط درس جدید (شتاب متوسط و شتاب لحظه یی) با درس قبلی (سرعت لحظه یی) تأمین گردد. - شاگردان را به گروپ ها تنظیم نموده و از فعالیت های آنها و تحقیق شان در مورد دو نوع حرکت شتاب دار، در جریان ساعت اول درس مواظبت می نماییم. - محتویات متن و اجرا کردن فعالیت ها را به دو حصه تقسیم نموده و در دوساعت درسی تطبیق می نماییم. - شاگردان را وادار سازید تا فعالیت متن کتاب درسی صفحهٔ (۸۰) را در ساعت اول درسی اجرا نمایند وهم در مورد اینکه چرا وکتور شتاب متوسط با $\overrightarrow{\Delta r}$ هم جهت است با هم بحث نمایند و نتیجه آنرا در صنف گزارش دهند. - به سؤال های شاگردان جواب ارائه می نماییم، بعداً از نماینده هر گروپ بخواهید که با رهنمایی شما نظریات گروپ ها را در مورد شتاب متوسط و شتاب لحظه یی جمع بندی نمایند. - نظریات گروپ ها را روی تخته یادداشت نموده، درست و نادرست آن را به همکاری شاگردان از هم تفکیک دهید. - به یک شاگرد بگویید که متن درس را بخواند و سپس به سؤالات شاگردان جواب ارائه دارید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	بعد از تشریح مختصر درس، سؤالات مرتبط با اهداف درس مانند: شتاب متوسط راتعریف کنید و واحد آن را بیان نموده و دو مثال حرکت شتابدار را نام ببرید که درآنها اندازهٔ سرعت تغییر نکند. چرا و کتور شتاب متوسط با $\overrightarrow{\Delta r}$ هم جهت است؟ مرکبه های شتاب لحظه یی را نام ببرید و امثال آن را مطرح و روی نکات کلیدی درس روشنی دوباره بیندازید.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از کار گروپی و پرسیدن سؤالات شفاهی ارزیابی کنید.
۹- جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس اول وجود ندارد.

۶- فعالیت جریان درس (ساعت دوم) (۳۳ دقیقه)	اگر ساعت دوم درسی پیوست با ساعت اول درسی نبود، یا بعد از تفریح ویا روز بعدی باشد، در آن صورت بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، تکرار نکات عمده و کلیدی درس گذشته و ایجاد انگیزه با تطبیق هدایات ذیل به جریان ساعت دوم درس بپردازید: - به نظریات بعضی از شاگردان در مورد حرکت های پرتابی گوش دهید و با ارائه مثال ها آنها را کمک کنید تا به مفهوم حرکت های پرتابی معرفت حاصل نمایند و ارتباط درس جدید با درس قبلی (شتاب متوسط و شتاب لحظه یی) تأمین گردد. - گروپ ها را تنظیم می نماییم. - به شاگردان بگویید که در بارهٔ معادلهٔ $y = cx^2$ باهم مباحثه نمایند و نتیجه را یاداشت کنند. - به شاگردان بگویید که توپی را طور فرضی روی بامی یا بُرجی قرار دهید و به آن ضربهٔ افقی به روی بام وارد می نماییم، بعداً در بارهٔ مسیر حرکت توپ باهم مباحثه نمایند. همچنان شکل(۶-۳) متن کتاب درسی را به دقت مشاهده و باهم مباحثه نمایند و نتایج را نمایندهٔ هر گروپ به حضور معلم در مقابل صنف گزارش دهد.
۷- ۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (۱۲دقیقه)	برای تحکیم و ارزیابی این درس مطابق هدایات قبلی (ساعت اول این درس) عمل کنید.
۹- جواب بـه سـؤال های درس	سؤال حل ناشده در متن ساعت دوم درس وجود ندارد.
۱۰- معلومات اضافی	معلم محترم، غرض روشن شدن موضوع و افزایش معلومات شما مثال ذیل را حل می کنیم تا در عمل از آن استفاده نموده و مثالهایی نظیر آن را در صنف با شاگردان کار کنید. **مثال:** سفینهٔ مادر با سرعت $15km/s$ نسبت به یک سیستم عطالتی جاذبه یی خاص، آزادانه در فضا حرکت می کند. ناگهان حصه یی از کشتی فضایی دیگر به آن می چسپد و آن را در مسیر عمود بر جهت حرکت اولیه حرکت می دهد و به آن شتابی برابر به $4.2km/s^2$ می دهد. پس از تأثیر این حرکت به مدت $4.0s$، سفینه موتورهایش را روشن می کند و به سفینه شتاب ثابت $18km/s^2$ را در جهت موازی با جهت حرکت اولیه اش می هد. پس از $3.0s$ دیگر، موتور ها از فعالیت باز می ایستند و سفینه دوباره آزادانه حرکت می کند. سرعت سفینه در این زمان و هم مکان آنرا نسبت به محل آغاز حرکت به دست آورید.

حل: کمیات وضعیه را طوری انتخاب می کنیم که جهت مثبت محور x جهت حرکت اولیهٔ سفینه و جهت مثبت محور y جهت کشش حرکت باشد و مبدا ($x = 0$ و $y = 0$) را در محور آغاز حرکت در نظر می گیریم، (با این انتخاب کمیات وضعیه، حرکتی در جهت محور z وجود نخواهد داشت)، مسأله به دو بخش تقسیم می شود که باید آنها را جداگانه تحلیل کنیم:

۱) از $t = 0$ تا $t = 4.0s$ سفینه با $a_x = 0$ ، $a_y = 4.2 km/s^2$ حرکت می کند.

۲) از $t = 4.0s$ تا $t = 7.0s$ با $a_x = 18 km/s^2$ ، $a_y = 4.2 km/s^2$ در حرکت است.

هر بخش را به ترتیب تحلیل می کنیم. در بخش اول با $v_{0x} = 15 km/s$ و $v_{0y} = 0$ و مؤلفه های x و y معادله های (۱) و (۲) یعنی: $\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{a}t$

$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{v_0}t + \frac{1}{2}\vec{a}t$ به صورت ذیل در می آیند.

$$v_x = v_{0x} + a_x t = 15 km/s + 0 = 15 km/s$$
$$v_y = v_{0y} + a_y t = 0 + (4.2 km/s^2)(4s) = 16.8 km/s$$
$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 = 0 + (15 km/s)(4s) + 0 = 60km$$
$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 = 0 + 0 + \frac{1}{2}(4.2 km/s^2)(4s)^2$$
$$= 33.6km$$

برای لحظهٔ زمانی $3.0s$ از $t = 4.0s$ تا $t = 7.0s$ می توانیم مجموعهٔ معادله های مشابهی را با استفاده از متغیر جدید t' که از 0 تا $3.0s$ تغییر میکند بنویسیم، (اما مبدأ کمیات وضعیه را در محل اولیه نگهمیداریم). برای این لحظه سرعت ها و مکان های اولیه مقادیری هستند که در فوق برای $t = 4.0s$ بدست آوردیم:

$$(v_{0x} = 15.0 km/s\ ,\ v_{0y} = 16.8 km/s\ ,\ x_0 = 60.0km,\ y_0 = 33.6km)$$

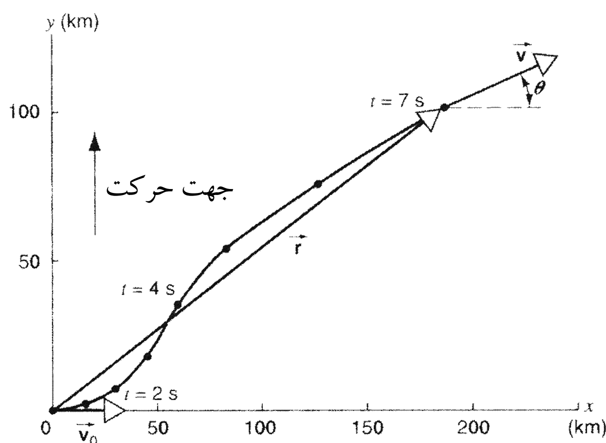
در نتیجه:

$$v_x = v_{0x} + a_x t' = 15.0 km/s + (18.0 km/s^2)\cdot(3.0s) = 69.0 km/s$$
$$v_y = v_{0y} + a_y t' = 16.8 km/s + (4.2 km/s^2)(3.0s) = 29.4 km/s$$
$$x = x_0 + v_{0x}t' + \frac{1}{2}a_x t'^2$$
$$= 60.0km + (15.0 km/s)(3.0s) + \frac{1}{2}(18.0 km/s^2)(3.0s)^2 = 186km$$
$$y = y_0 + v_{0y}t' + \frac{1}{2}a_y t'^2$$
$$= 33.6km + 16.8 km/s)(3.0s) + \frac{1}{2}(4.2 km/s^2)(3.0s)^2 = 103km$$

در $t = 7.0s$ سفینه در $x = 186km$ ، $y = 103km$ (یا در فاصلهٔ $r = \sqrt{x^2 + y^2} = 213km$ از نقطهٔ مرجع اولیه) قرار دارد.

مؤلفه های سرعت آن $v_x = 69\,km/s$ و $v_y = 29\,km/s$، نظیر فاصله اندازهٔ سرعت $v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} = 75\,km/s$ و در جهت ($tg\theta = v_y / v_x = 23^\circ$) نسبت به محور x است.

شکل، مسیر سفینه و مکان آن در زمان های مختلف را نشان می دهد.



شکل مسألهٔ فوق نقطه های محل سفینهٔ فضایی را در لحظه های ۱ ثانیه یی متوالی از $t = 0$ تا $t = 7.0s$ نشان می دهند. وکتورهای $\vec{r}$ و $\vec{v}$ مکان و سرعت را در $t = 7.0s$ نشان می دهد. توجه کنید که $\vec{v_x}$ مماس بر مسیر در $t = 0$ و $\vec{v}$ مماس بر مسیر در $t = 7.0s$ است.

به طور کلی، چنانکه در $t = 7.0s$ نشان داده شده است، جهت وکتورهای مکان و سرعت متفاوت است.

توجه کنید که در این مسئله چگونه استفاده از مؤلفه های سرعت به ما کمک می کند تا مؤلفه های جداگانهٔ حرکت در جهت x و y را از هم جدا کنیم یعنی جواب معادله های مربوط به مؤلفه های x به مولفه های حرکت y بستگی ندارد.

عنوان درس:(پرتاب مایل**)، شمارهٔ درس:(**۴-۵**)، صفحهٔ کتاب:(**۸۳**)، وقت:(**دو ساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	پرتاب مایل
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم پرتاب مایل. • به اثبات رسانیدن معادله های سرعت و حرکت پرتاب مایل. • حصول توانائی استفاده از معادله های پرتاب مایل در حل مسایل. • حصول توانائی برای اجراء کردن فعالیت درسی. • دریافت فورمول جسم پرتاب شده به نقطهٔ اوج (ارتفاع اعظمی). • بدست آوردن معادلهٔ مسیر حرکت پرتاب مایل.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، فعالیت گروپی
۴- مواد ممد درسی	نقاله، خط کش یا متر، تفنگچهٔ بازیچهٔ اطفال، گلوله های پلاستکی، میز
۵- قـــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف وارزیابی درس گذشته، برای ایجاد انگیـزه، سؤالی را که در شـروع مـتن درس آمـده از شـاگردان مـی پرسیم و بـا شـاگردان بحـث و مناقشه می کنیم.
۶- فعالیــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از آنکه راجع به سؤال ایجاد انگیزه با شاگردان جروبحث نمـودیم و نظریـات شـانرا شنیدید، عنوان درس را روی تخته می نویسیم. - حرکت پرتاب مایل را طبق متن روی محورهای کمیات وضعیه بـرای شـاگردان تـشریح می نماییم؛ چنانچه در شکل (۷-۳) دیده می شود، مبدأ O نقطهٔ اغـاز پرتـاب مایـل، مؤلفـه سرعت اولیهٔ پرتاب روی محور x در جهت افقی و روی محور y مؤلفهٔ سـرعت در جهـت قایم به طرف بالا است. شتاب محور y برابر با $(-g)$ و در جهت محور x صفر است. - با دادن معلومات فوق و مشارکت فعال شاگردان، معادله هـای حرکـت و سـرعت جـسم پرتاب شده را در جهت محور های xوy بدست می آوریم. - همچنان می توانیم که معادلهٔ مـسیر حرکـت پرتـابی را روی محورهـای x و y بـا حـذف زمان در معادله های حرکت برای x و y در حرکت دو بُعدی چنین بدست آوریم: $$y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \hat{\alpha}} + x\, tg\, \hat{\alpha}$$ شکل رابطهٔ اخیر نشان میدهد که مسیر حرکت پرتابی یک پارابول است. - بعد از آن بالای موضوع که در متن درس آمده، به شـاگردان وقـت دهیـد تـا پیرامـون آن باهم جروبحث نمایند و نتیجهٔ آنرا به صنف گزارش دهند. در صورتیکه شـاگردان مشکل داشتند، خود ما با همکاری آنها معادلهٔ پـارابول (۳۱-۳) را بـا معادلـهٔ داده شـده

	در تمرین مقایسه می نمائیم. - شاگردان باید بدانند که هر دو معادله، درجه دوم بوده طوریکه در معادلهٔ مذکور قیمت $a = \frac{-g}{2 v_0^2 \cos^2 \hat{\alpha}}$، قیمت $b = tg\,\hat{\alpha}$ و قیمت $c = 0$ است. و مفهوم ریاضیکی آن یک پارابول را ترسیم می نماید؛ البته این معادله ها دارای دو جذر بوده، x_1 شروع و x_2 ختم پرتاب را نشان میدهد.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	- درس را دوباره توضیح نموده و نکات مهم و اساسی آنرا روی تخته نوشته و با طرح چند سؤال کوتاه درس را تحکیم ببخشید. هر گاه در جریان مباحثات شاگردان مشکل داشتند؛ مشکل شان را با طرح نمودن سؤالات کوتاه به بحث بگیریم تا از این طریق درس دو باره تکرار شود و آموزش خوبتر صورت بگیرد.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	- درس را با ارائه چند سؤال مرتبط با اهداف درس مانند: حرکت پرتاب مایل چگونه حرکت است؟ ویا معادلهٔ حرکت پرتاب مایل را روی تخته بنویسید؛ از این قبیل سؤالها ارزیابی می کنیم و همچنان می توانید از طریق چک لستی که در جریان فعالیت های درس تهیه نموده اید، شاگردان را ارزیابی نماییم. در اخیر چند سؤال مرتبط با مفاهیم اساسی درس طرح و به حیث کارخانه گی به شاگردان میدهیم، تا یکبار دیگر درس را در خانه تکرار نموده و مشکلات خود را یاداشت و به روز آینده به صنف مطرح نمایند.
۶– فعالیت جریان (ساعت دوم) درس (۳۳ دقیقه)	- هر گاه ساعت دوم درس به تعقیب ساعت اول درس باشد در آن صورت بعد از احوالپرسی، تنظیم صنف وارزیابی درس گذشته، در ابتدا، برای اجرای فعالیتی که در متن درس آمده، شاگردان را به گروپ ها تقسیم نموده و وظایف هر گروپ را طبق متن درس مشخص می نماییم. و موقع میدهیم که فعالیت را اجرا نمایند. - در جریان اجرای فعالیت از جریان کار آنها نظارت می نماییم، مشکلات شانرا یادداشت و با سهمگیری خود شان حل می نماییم. در اخیر، هر گروپ نتیجهٔ کار و فعالیت خود را به صنف گزارش بدهند. - بعد از انجام فعالیت، در بارهٔ (بحث کنید) مربوط به متن درس، به شاگردان وقت میدهیم تا راجع به آن فکر کنند و باهم جروبحث نمایند. در صورتیکه مشکل داشتند. به حل مشکل شان پرداخته با شاگردان یکجا بحث و گفتگو می نماییم. - ابتدأ یک جسم تحت زاویهٔ 45° طور مایل پرتاب شود و پیرامون خصوصیات حرکت این پرتاب به شاگردان معلومات داده شود. - بعداً لازم است برای شاگردان توضیح داده شود که، هرگاه جسم به طرف بالا پرتاب شود، سرعت آن در لحظهٔ بالاترین نقطهٔ پرتاب (نقطهٔ اوج) صفر می شود، و بالاخره

	شاگردان باید بدانند که آنها می توانند با استفاده از معادلهٔ (۳۰-۳)، زمان رسیدن جسم پرتاب شده رابه نقطه اوج آن چنین بدست آورند. $0 = -gt + v_0 \sin \hat{\alpha}$ $\Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \hat{\alpha}}{g}$ - در اخیر برای تمرین بیشتر، مثالی که در درس حل گردیده بود دو باره توسط خود شاگردان حل گردد.
۷-۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس (۱۲دقیقه)	- درس را مانند ساعت اول با طرح نمودن سؤال و جواب و تکرار نکات اساسی آن تحکیم می بخشیم و همچنان با طرح سؤالات مرتبط با اهداف درس، آنها را ارزیابی می نماییم تا از درجهٔآموزش شاگردان خویش مطمئن شویم.
۹- جواب بـه سـؤال های درس	حل تمرین صفحهٔ ۸۶ کتاب: ۱- سرعت اولیه و شتاب ۲- $R = \frac{2v_0^2 \sin 2\hat{\alpha}}{g}$ در صورتی که $\alpha = 45°$ باشد. ۳- $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
۱۰- معلومات اضافی	در بخش های دیگر، حرکت به طرف پایین و به طرف بالای اجسام را در امتداد قایم بررسی کردیم. قوهٔ جاذبهٔ موثر بر جسم، باعث می شد که جسم، شتاب به طرف پایین داشته باشد و با شتاب سقوط آزادg حرکت کند؛ اما اگر جسمی را تحت زاویه یی نسبت به استقامت قایم پرتاب کنیم، وضعیت حرکت چگونه خواهد بود؟ جسم پس از اینکه در جهتی پرتاب شده، در هر موقعیت پرتاب تحت تاثیر یک قوه قرار دارد که همان قوهٔ وزن جسم است. (در اینجا از اصطکاک هوا صرف نظر می کنیم) دراین صورت جسم تحت تاثیر این قوه، باشتابg به طرف پایین، حرکت شتابدار خواهد داشت. اکنون با درنظر گرفتن وضعیت ساده، این حرکت را بررسی می نماییم: قراریکه در شکل مشاهده می نماییم حرکت یک گلوله را نشان میدهد.

فرض می کنیم که گلوله به موازات سطح زمین پرتاب شده وسرعت افقی آن v_0 است. گلوله بعد از پرتاب شدن، قبل از اینکه به سطح زمین برسد، تحت تاثیر هیچ گونه قوهٔ افقی قرار ندارد؛ بنابراین: سرعت افقی گلوله بدون تغییر خواهد ماند، مؤلفهٔ x(افقی) سرعت آن در طی مسیر، همان v_0 خواهد ماند، تا اینکه گلوله با سطح زمین بر خورد کند. این وضعیت در شکل به خوبی نشان داده شده است.

مولفهٔ قایم سرعت گلوله هنگام پرتاب شدن، صفر است؛ اما قوهٔ جاذ به یی قایم مؤثر بر گلوله موجب می شود که حرکت گلوله در هر ثانیه با تزاید سرعت $9{,}8m/s$ به طرف پایین شتابدار باشد؛ بدین ترتیب در هر ثانیه به مؤلفهٔ y (قایم) سرعت قایم آن به اندازهٔ $9{,}8m/s$ افزوده خواهد شد. همان طور که در شکل نشان داده شده، گلوله با سرعت قایم به طرف زمین نزدیک می شود.

سرعت قایم گلوله در پایان یک ثانیهٔ اول پس از پرتاب برابر با $9{,}8m/s$ است. مقدار سرعت قایم پس از ۲-۳ و۴ ثانیه به ترتیب ۲-۳ و ۴ برابر $9{,}8m/s$ خواهد شد. این تغییر سرعت در حالی رخ میدهد که مؤلفهٔ افقی سرعت (v_0) بدون تغییر باقی می ماند.

بدین ترتیب می بینیم که جسم در حال پرواز همزمان دارای دو نوع حرکت است.

۱- پرواز افقی با سرعت ثابت. ۲- حرکت قایم (به طرف بالا یا پایین) با شتاب g.

با درک این نکته به آسانی می توان به حل مسایل پرتابی پرداخت. و این حرکت را به ساده گی به دو مرکبه تجزیه کنیم. یکی از این دو مرکبه به حرکت افقی با سرعت ثابت مربوط می شود، که در مورد آن داریم $v_0 = \dfrac{x}{t}$ و $a_x = 0$، بدین گونه معادلهٔ حرکت در مرکبهٔ افقی عبارت از $x = \bar{v}\, t$ است. بخش قایم حرکت نیز چیز جدیدی نیست. این قسمت دقیقاً همانند حرکت سقوط آزاد است که قبلاً آن را بررسی کرده ایم، یعنی توصیف حرکت قایم با استفاده از همان معادلات پنج گانهٔ حرکت شتابدار صورت میگیرد.

عنوان درس:(حرکت دایره یی – حرکت دایره یی یکنواخت)**، شمارهٔ درس:(۶–۷)، صفحهٔ کتاب:**(۸۷)**،**
وقت:(دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	حرکت دایره یی و حرکت دایره یی یکنواخت
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف نمودن حرکت دایره یی و حرکت دایره یی یکنواخت. • آشنایی با سرعت زاویه یی و سرعت زاویه یی لحظه یی. • شناختن واحد اندازه گیری سرعت لحظه یی. • دانستن کمیت های حرکت دایره یی یکنواخت. • توانایی حل سؤالات و مسایل مربوط این درس. • فهمیدن استفاده از حرکت دایره یی در زنده گی روزمره.
۳– روش های تدریس	سؤال و جواب، لکچر، کارگروپی و مباحثه.
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک و تباشیر.
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعداز ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، برای ایجاد انگیزه از ایشان سؤال می نماییم که: راجع به حرکت دایره یی چه میدانید؟ و آیا کاربرد آنرا در زنده گی روزمرهٔ تان می دانید؟ – نظریات شاگردان را بشنوید و اشتباهات شانرا اصلاح نمایید.
۶– فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	– بعد از شنیدن نظریات شاگردان، با نشان دادن اشکال صفحهٔ ۸۷، درس را تشریح نموده و بعداً راجع به سرعت زاویه یی معلومات دهید. – شاگردان را به گروپ ها تنظیم می نماییم تا هر گروپ راجع به حرکت زمین بدور خورشید و سرعت زاویه یی متوسط زمین بدور خورشید تحقیق و محاسبه نمایند. – در اخیر فعالیت از نمایندهٔ هر گروپ تقاضا می نماییم تا کار کرد های خود را به همصنفان خود توضیح و تشریح نماید.
۷– تحکیم درس (۵ دقیقه)	– جهت تحکیم درس و اطمینان شما از مؤثریت آموزشی درس، برعلاوهٔ دو سؤال اخیر درس، سؤالات دیگر مرتبط به اهداف درس را با شاگردان به بحث می گیریم و درس خویش را جمع بندی می نماییم.
۸– ارزیابی و ختم درس (۷ دقیقه)	با طرح چند سؤال کوتاه مرتبط به اهداف، درس خویش را ارزیابی می نماییم وهم می توانید از چک لستی که به این مقصد تهیه نموده اید نیز استفاده کنید.

۹- جواب به سؤالهای درس	جواب سؤال (تحقیق کنید) صفحهٔ ۸۸ کتاب درسی: $\overline{\omega}=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{2\pi\, rad}{T}=\frac{2\pi\, rad}{1year}=\frac{2\times 3.141rad}{365\times 24\times 3600s}=\frac{6.282rad}{31536000s}$ $\overline{\omega}=0.0000001992\frac{rad}{s}=1.992\times 10^{-7}\frac{rad}{s}$ جواب سؤال a- (صفحهٔ ۸۹ کتاب): حرکت های دایروی هر کدام آن بجای خود در حیات روزمرهٔ انسانها دارای اهمیت میباشد؛ مثلاً: تغییر شب و روز – سال و ماه و همچنان باد پکه بخاطر رفع گرمی – ماشین لباس شویی .... و غیره. جواب سؤال b: بادپکه – ماشین لباس شویی – چرخ بازیچهٔ اطفال – حرکت مهتاب بدور زمین – حرکت اقمار مصنوعی بدور زمین – حرکت الکترونها بدور هسته .... وغیره.
۶- فعالیت جریان (ساعت دوم) درس (۳۳ دقیقه)	- بعد از تقدیم سلام و احوالپرسی با شاگردان، از ایشان جهت ایجاد انگیزه بپرسید که به نظرشما سرعت زاویه یی لحظه یی یعنی چه؟ - نظریات شاگردان را بشنوید و اشتباهات شانرا اصلاح نمایید. - بعداً درس را با نوشتن عنوان درس روی تخته و سهمگیری شاگردان در پرسشها تشریح می نماییم. - جهت اینکه موضوع درس به شاگردان روشنتر گردد، تمرین را خود شما روی تخته حل نموده و قدم به قدم با مشارکت شاگردان تشریح و توضیح بدهید. - اکنون شاگردان را به گروپ های سه نفری تنظیم می نماییم تا روی موضوعی که داخل چوکات رهنمای معلم آمده باهم بحث کنند. برای شان وقت بدهید که نظریات شان را به همصنفان خویش ابراز بدارند. - بعداً متباقی موضوع درس که دربارهٔ حرکت دایره یی یکنواخت است به شاگردان تشریح نموده مفاهیم پریود و فریکونسی را تعریف و رابطه های ریاضی مربوط به زاویهٔ طی شده (θ)، زمان تناوب (T) و سرعت زاویوی (ω)را استخراج می نماییم. - در اخیر برای تمرین بیشتر، ازشاگردان بخواهید تا جدول مربوط به فعالیت را در گروپهای شان تکمیل کنند و آنها در هر مرحلهٔ کار آنها را کمک و رهنمایی کنید. - از شاگردان بپرسید که از نظر آنها سرعت خطی در حرکت دایره یی چه مفهوم را افاده میکند؟نظریات شاگردان را به دقت بشنوید و اشتباهات شانرا اصلاح نمایید. - بعداً بخاطر بدست آوردن روابط مذکور به روی تخته، مرحله به مرحله با شاگردان کار می نماییم.

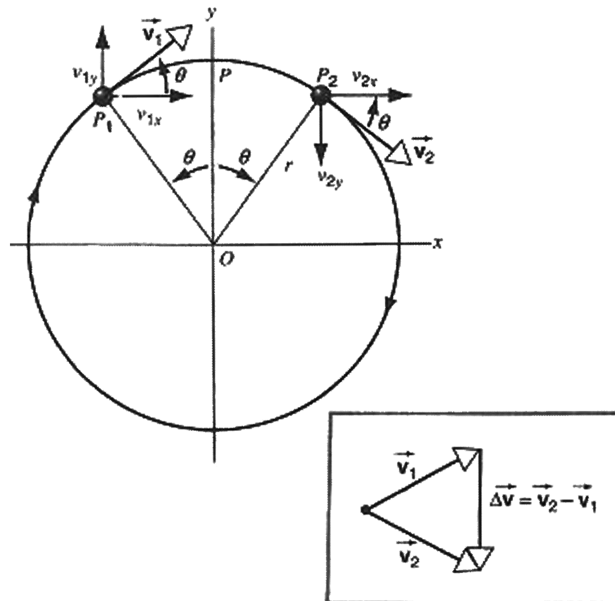
	- اکنون شاگردان را به گروپهای دو نفره تنظیم می نماییم و از آنها می پرسیم که استفاده کننده گان سرعت خطی در حرکت دایره یی چه کسانی اند؟ نظریات شان را بشنوید و مثال حل شدۀ کتاب را توسط یکی از شاگردان روی تخته حل کرده و شماهم در زمینه با آنها همکاری نمایید. - جهت تمرین بیشتر و آموزش بهتر موضوع، دو سؤالی که در متن درس آمده یکی آنرا خود تان روی تخته حل نمایید و دیگر آنرا توسط یکی از شاگردان روی تخته حل نمایید. - بعداً شاگردان را به گروپها تنظیم نموده و به ایشان وظیفه دهید تا در این باره فکر کنند که آیا سرعت زاویه یی حرکت وضعی زمین، در تمام نقاط زمین یکسان است یا خیر؟(چرا؟) نظریات شاگردان را بشنوید و اگر در نظریات شان اشتباه بود اصلاح می نماییم. - مثال حل شدۀ کتاب را توسط یکی از شاگردان روی تخته با ترسیم شکل حل می نماییم و در زمینه شما هم با آنها همکاری نمایید.
۷-۸ تحکیم درس، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم) (۱۲ دقیقه)	- جهت تحکیم، ارزیابی وختم درس، مطابق به رهنمایی های ساعت اول این موضوع عمل شود. و همچنان کوشش می نماییم که جهت ارزیابی این درس از چک لست استفاده نماییم.

حل تمرین صفحۀ ۸۹ : ۱- می دانیم که : $\Delta t = t_2 - t_1$ $\theta = 2t^2 + 6t$ حل جزء a : $a)\ \overline{\omega} = ? \begin{cases} t_1 = 1s \\ t_2 = 2s \end{cases}$ پس: $\Delta t = 2s - 1s = 1s$ $b)\ \omega_t = ?(t_3 = 3s)$ سرعت زاویوی متوسط $\overline{\omega} = \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$ همچنان داریم که: $\theta = 2t^2 + 6t$ پس: $\theta_1 = 2t_1^2 + 6t_1 = 2\times1^2 + 6\times1 = 2+6 = 8\ Rad$ و $\theta_2 = 2t_2^2 + 6t_2 = 2\times2^2 + 6\times2 = 2\times4 + 12 = 20\ Rad$ همچنان $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = (20-8)\ Rad = 12\ Rad$ پس می توانیم بنویسیم: $\overline{\omega} = \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t} = \dfrac{12\,Rad}{1s} = 12\ Rad/s$ حل جزء b: برای یافتن سرعت لحظه یی در لحظۀ $t = 3s$ چنین عمل می کنیم: $\omega_t = dt\,(2t^2 + 6t) = 4t + 6$ پس از وضع قیمت ها $\omega_t = 4t_3 + 6 = 4\times3 + 6 = 12 + 6$ ویا: $\omega_t = 18\ Rad/s$ جواب قسمت بحث کنید صفحۀ ۸۹: سرعت زاویه یی متوسط به صورت ذیل تعریف می شود. $\overline{\omega} = \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$، یعنی سرعت زاویه یی متوسط در حرکت دایره یی مساوی به نسبت تغییر موقعیت زاویه یی بر زمان می باشد. و سرعت زاویه یی لحظه یی عبارت از لیمت سرعت متوسط است وقتی که Δt به طرف صفر تقرب کند؛ یعنی: $\omega = \lim_{\Delta t\to0} \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$ و یا به عباره دیگرسرعت زاویه یی لحظه یی مانند سرعت لحظه یی درحرکات یک بعدی که عبارت از مشتق فاصله نظر به زمان بود، در حرکت دو بعدی عبارت از مشتق زاویۀ طی شده نظر به زمان است یعنی: $\omega = \dfrac{d\hat{\theta}}{dt}$ جواب قسمت (تحقیق کنید) صفحۀ ۹۱: انجینران، ریاضیدانان، فزیکدانان، کیمیادانان و کارمندان تحقیقات فضایی، جهت تحقیق حرکت الکترون ها در هسته و پرتاب های اقمار مصنوعی و ساختن سایر وسایل تخنکی از سرعت خطی استفاده مینمایند. جواب قسمت (فکرکنید): بلی! یکسان است. زیرا سرعت زاویه یی مربوط به زاویۀ بی موده شده در واحد وقت است.	**۹- جواب به سؤالات درس:**

	حل سؤال ۱: مربوط صفحهٔ ۹۲: معلم محترم، قبل از حل سؤال، طول دقیقه گرد را در متن درس از $12\,cm$ به $10\,cm$ اصلاح کنید. (سرعت خطی نوک ساعت گرد) $= v_1 = r_1 \times \omega_1 \Rightarrow \omega_1 = \frac{2\pi}{12h}$ و $r_1 = 8\ cm$ پس: $v_1 = 8\ cm \times \frac{2\times 3.14}{(12\times 60\times 60)s} = \frac{16\times 3{,}14\ cm}{12\times 3600 s}$ ویا $v_1 = \frac{50.24\,cm}{43200 s} = 0.00116\,cm/s$ سرعت نوک دقیقه گرد $v_2 = r_2 \times \omega_2 = \frac{10\,cm \times 2\times 3.14}{(1\times 60\times 60)s} = \frac{62.8cm}{3600\,s} = 0.017\,cm/s$ $v_3 = r_3 \times \omega_3 = \frac{12\,cm\times 2\times 3.14}{60 s} = \frac{75.36}{60} cm/s = 1.256\,cm/s$ حل سؤال ۲: (تعداد دور) $n = 600 rev \Rightarrow \hat{\theta} = 600\times 2\pi\ Rad = 1200\times 3.14 = 3768\,Rad$ $t = 4\min = 4\times 60 = 240 s$ سرعت زاویوی $\omega = ?$ زمان تناوب $T = ?$ $\omega = \frac{\hat{\theta}}{t} = \frac{3768\,Rad}{240 s} = 15.7\frac{Rad}{s}$ فریکونسی $F = ?$ $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\times 3.14\,Rad}{15.7\frac{Rad}{s}} = \frac{6.28}{15.7} Rad\,\frac{s}{Rad}$ $T = \frac{628}{1570} s = 0.4 s$ $F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4 s} = 2.5 Hz$ جواب سؤال قسمت فکر کنید صفحهٔ ۹۲ کتاب: بلی، سرعت زاویه یی آن یکسان است. زیرا سرعت زاویه یی عبارت از زاویهٔ پیموده شده فی واحد وقت؛ یعنی در حرکت دورانی تمام نقاط زمین در عین وقت عین زاویه را می پیماید.
۱۰– معلومات اضافی	می دانید که در حرکت پرتابی در نبود مقاومت هوا، اندازه و جهت شتاب ثابت است، اما اندازه و جهت سرعت تغییر می کند. اکنون حرکت دو بعدی متفاوتی را در نظر می گیریم که در آن ذره با سرعت ثابت در مسیر دایره یی حرکت می کند؛ چنانچه خواهیم دید، در حرکتی که اندازهٔ هر دو سرعت و شتاب ثابت است، اما جهت آنها پیوسته تغییر می کند. چنین، حرکت را حرکت دایره یی یکنواخت می نامند؛ طور مثال: اگر خودمان را ذره در نظر بگیریم، به علت دوران زمین در حرکت دایره یی یکنواخت هستیم.

اگر چه در حرکت دایره یی یکنواخت، اندازهٔ سرعت ثابت می ماند، ولی ذره شتاب می گیرد؛ زیرا جهت سرعت آن تغییر می کند. گرچه معمولاً شتاب به تغییر اندازهٔ $\vec{v}$ وابسته است، اما شتاب مربوط به تغییر جهت $\vec{v}$ نیز باید باشد.

برای یافتن رابطه میان این شتاب و اندازهٔ ثابت سرعت، شکل هندسی زیر را در نظر بگیرید:



ذره روی دایره به شعاع r حرکت میکند. سیستم مختصات xy را طوری در نظر می گیریم که مبدأ آن در مرکز دایره باشد، حرکت ذره را در دو محل بررسی می کنیم، در نقطهٔ P_1 که در آن جا سرعت $\vec{v}_1$ و در نقطهٔ P_2 که در آن محل، سرعت $\vec{v}_2$ است. نقطه های P_1 و P_2 نسبت به محور y متفاوت اند و شعاع متصل به هر نقطه با محور y زاویهٔ θ را می سازد. اندازه های $\vec{v_1}$ و $\vec{v_2}$ مساوی است؛ ولی جهت های مختلف دارند که هر یک در مکان ذره بر دایره مماس است. مؤلفه های سرعت عبارت انداز:

$$v_{1x} = +\, v\cos\theta \qquad v_{1y} = +\, v\sin\theta$$
$$v_{2x} = +\, v\cos\theta \qquad v_{2y} = +\, v\sin\theta \quad .....(۱)$$

که (v) اندازهٔ سرعت مشترک $\vec{v_1}$ و $\vec{v_2}$ را نشان میدهد.

ذره با حرکت روی قوس از P_1 به P_2، فاصلهٔ $2r\,\theta$ را طی می کند (که در آن θ برحسب رادیان است) و اگر این کار در فاصلهٔ زمانی Δt انجام شود، سرعت آن $\frac{2r\theta}{\Delta t}$ است.

بنابراین می توان فاصلهٔ (انتروال) زمان را به صورت زیر بیان کرد:

$$\Delta t = \frac{2r\theta}{v} \quad ....(2)$$

اکنون می توان مؤلفه های شتاب متوسط را بدست آورد. با استفاده از تعریف شتاب متوسط از معادلهٔ $\vec{a}_{av} = \Delta\vec{v}/\Delta t$ که $\Delta\vec{v}$ به معنی $\vec{v_2} - \vec{v_1}$ است، مؤلفهٔ x شتاب متوسط را از معادلهٔ ذیل بدست آورده می توانیم:

$$a_{av,x} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{\Delta t} = \frac{v\cos\theta}{\Delta t} - v\sin\theta = 0 \quad ......(3)$$

همان طورکه در شکل فوق نشان داده شده است، مؤلفه های سرعت در P_1 و P_2 یکسان اند.

مؤلفهٔ y شتاب متوسط عبارت است از

$$a_{av,y} = \frac{v_{2y} - v_{1y}}{\Delta t} = \frac{-v\sin\theta}{\Delta t} - v\sin\theta$$

$$= \frac{-2v\sin\theta}{2r\theta/v} = -(\frac{v^2}{r})(\frac{\sin\theta}{\theta}) .....(4)$$

شتاب لحظه یی حدی این نتیجه در هنگامی است که فاصلهٔ زمانی Δt به صفر میل میکند. همین طور می توان زاویه θ را به صفر میل داد، به طوری که P_1 و P_2 هر دو به P میل کنند، که در نتیجه:

$$a_y = \lim_{\theta\to 0}\left[-(\frac{v^2}{r})(\frac{\sin\theta}{\theta})\right] = -(\frac{v^2}{r})\lim_{\theta\to 0}(\frac{\sin\theta}{\theta})$$

برای زاویه های کوچک، (برحسب رادیان) $\sin\theta \approx \theta$، طوری که حد به ۱ میل می کند؛ پس مؤلفهٔ y شتاب لحظه یی در P برابر است با $a_y = -\frac{v^2}{r}$. علامت منفی نشان میدهد که شتاب در نقطهٔ P در جهت منفی محور y یعنی به طرف مرکز دایره، است.

P نقطهٔ دلخواه روی دایره است. اگر محاسبهٔ بالا را برای هر نقطهٔ روی دایره تکرار می کردیم همین نتیجه به دست می آمد. شتاب به طرف مرکز دایره و دارای اندازهٔ $\frac{v^2}{r}$ است. این نتیجهٔ کلی برای هر ذره یی است که با سرعت ثابت روی دایره یی حرکت می کند. شتاب جذب به مرکز عبارت است از:

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad ...(5)$$

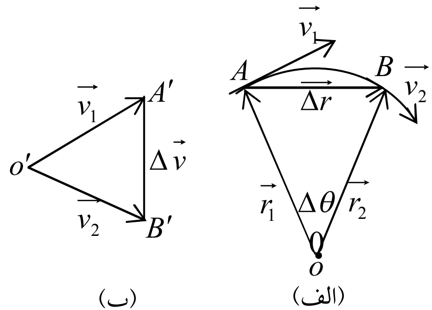
شتاب جذب به مرکز را شتاب شعاعی نیز می نامند؛ چون جهت آن همواره در امتداد شعاع دایره است. در شکل فوق می بینید که جهت $\vec{a}$ ، همان طور که رابطهٔ وکتوری معادلهٔ $\vec{a}_{av} = \Delta\vec{v}/\Delta t$ نیاز دارد، همان جهت $\Delta\vec{v}$ است. هم در سقوط آزاد و هم در حرکت پرتابی جهت و اندازهٔ $\vec{a}$ ثابت می ماند و می توانیم معادله های شتاب ثابت را به کار ببریم. از این معادله ها نمی توانیم برای حرکت دایره یی یکنواخت استفاده کنیم؛ زیرا جهت $\vec{a}$ تغییر می کند و ثابت نیست.

عنوان درس:(شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت**)، شمارهٔ درس:(**٨**)، صفحهٔ کتاب:(**٩٣**)، وقت:(**یک ساعت درسی **)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت و دینامیک حرکت دایره یی یکنواخت
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• آشنایی با مفهوم شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت. • بدست آوردن شتاب متوسط حرکت با استفاده از رابطهٔ $\vec{a} = \frac{1\,\Delta\vec{v}1}{\Delta t}$ • دانستن مفهوم اصطلاح قوهٔ جذب به مرکز (Centripetal acceleration) • کسب توانایی لازم در حل مثال ها و فعالیت های داده شدهٔ این درس. • آشنایی با دینامیک حرکت دایره یی یکنواخت. • کسب توانایی لازم در توضیح نمودن مفاهیم متذکره و حل سؤالات داده شده.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و فعالیت گروپی
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم صنف وارزیابی درس گذشته، جهت ایجاد انگیزه و شروع به درس جدید سؤال هایی مانند: آیا میتوانید مثالی از حرکت دایره یی را در طبعیت بیاورید؟ وامثال آن را می توانید از شاگردان بپرسید. - بعد از شنیدن نظریات شاگردان درین مورد موضوع را جمع بندی نموده عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- در شروع یاد آور می شویم که ذره یی را در نظر بگیرید که دارای حرکت دایره یی یکنواخت است. شکل (۱۲-۳) را روی تخته رسم نموده، موضوع درس را با در نظرداشت شکل های داده شده تشریح مینماییم. - معلم محترم، قبل از حل این مثال در صفحهٔ ۹۳ کتاب درسی لطف نموده در مثال متن جملهٔ (مهتاب تقریباً در مدت ۲۷,۳ روز) را به (مهتاب تقریباً در مدت ۲۹,۷ روز) اصلاح نموده و در آخر مثال چنین علاوه می نماییم (در صورتیکه فاصله بین زمین و مهتاب $r = 3.84\times10^{8}\,m$ باشد) و بعداً شتاب جذب به مرکز مهتاب را چنین بدست می آوریم:

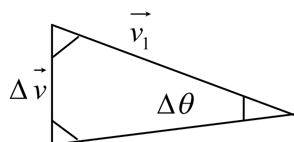
$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\times 3.14rad}{29.7\times 24\times 3600s} = \frac{6.28rad}{2566080s} = 0.0000024473$ $\omega = 2.44\times 10^{-6}\frac{rad}{s}$ $\Rightarrow a = r\cdot\omega^2 = 3.84\times 10^8 m\times(2.44\times 10^{-6}\frac{rad}{s})^2$ $a = 3.84\times 10^8 m\times 5.9536\times 10^{-12}\frac{m}{s^2}$ $a = 22.861824\times 10^{-4} = 2.28\times 10^{-3}\frac{m}{s^2}$ – در ادامهٔ درس شاگردان را به گروپ ها تقسیم نموده فعالیت داده شدهٔ درس را انجام میدهیم و در جریان فعالیت آنها را کمک و رهنمایی لازم مینماییم. – بعد از انجام فعالیت ازنمایندهٔ هر گروپ میخواهیم نتیجه را به همصنفان خود گزارش دهد. – به همین ترتیب عنوان دینامیک حرکت دایره یی یکنواخت را روی تخته نوشته و بخش قبلی را به آن ارتباط داده و موضوع را تشریح می کنیم. – شاگردان را به گروپ ها تقسیم نموده، فعالیت داده شدهٔ درس را انجام میدهیم و درختم فعالیت از هر گروپ شاگردان میخواهیم تا نتیجهٔ فعالیتی را که انجام داده اند به هم صنفان شان گزارش دهند.	
درس را بطور مختصر تکرار و با طرح سؤالات کوتاه از نکات اساسی و بحث روی آنها درس را تحکیم بخشیده و از شاگردان می خواهیم تا سؤالات داده شدهٔ مربوط درس را در خانه حل نمایند.	**۷– تحکیم درس** (۷ دقیقه)
برای ارزیابی مطلوب از درس چند سؤال کوتاه مرتبط با اهداف درس از شاگردان پرسیده و همچنان حین حل سؤالات، انجام فعالیت ها و سهمگیری شاگردان به درس، می توانید چک لستی تهیه و با استفاده از آن میزان آموزشی شاگردان اطمینان خاطر حاصل نمایید.	**۸– ارزیابی و ختم درس** (۵ دقیقه)

۹- جواب به سؤالهای درس	- اگر از سنگینی وزنه و اثر مقاومت هوا صرف نظر شود، قوهٔ فرار از مرکز صفر می شود و سنگ سقوط می کند. - اگر هنگام اجرای فعالیت تار کنده شود، سنگ روی مسیر حرکتش فرار میکند. - سرعت خطی در خط استوا زیاد ترین قیمت را می گیرد. چون $v = r \cdot \omega$ و $a = \frac{v^2}{r} = r \cdot \omega^2$ است. یعنی هر دو کمیت v و a مستقیماً متناسب به شعاع کره است و شعاع کرهٔ زمین در خط استوا نسبت به قطب های زمین بزرگتر است؛ بناءً سرعت خطی $(\vec{v})$ و شتاب جذب به مرکز $(\vec{a})$ در خط استوا دارای بزرگترین قیمت می باشند. و قیمت ها به صورت عمومی چنین حساب می شوند: $t = 24h$ $r = 6400km$ $v = ?$ $a = ?$ $$\omega = \frac{\hat{\propto}}{t} = \frac{360}{24h} = \frac{2\pi \ Rad}{24 \ h} = \frac{3{,}14 Rad}{12h} = \frac{3{,}14}{12.3600}$$ $$\omega = \frac{3{,}14}{43200} = 0.000072\frac{Rad}{s} = 7.26\times10^{-5}\frac{Rad}{s}$$ $$v = r\cdot\omega = 64\times10^5 m\times7.26\times10^{-5}\frac{Rad}{s} = 464.64\frac{m}{s} = 4.65\times10^2\frac{m}{s}$$ $$a = r\cdot\omega^2 = 64\times10^5 m(7.26\times10^{-5}\frac{Rad}{s})^2$$ $$a = 64\times10^5 m\times52.7\times10^{-10}\frac{m\cdot Rad^2}{s^2} = 3372.8\times10^{-5}\frac{m}{s} = 3.37\times10^{-2}\frac{m}{s^2}$$ حل سؤال صفحهٔ ۹۵ اخیر متن درس: در هرسه مورد ذکر شده، قوهٔ جذب به مرکز برابر قوهٔ فرار از مرکز؛ یعنی $F = \frac{mv^2}{r}$ بوده و این قوه مستقیماً با مربع سرعت و کتله های اجسام و معکوساً متناسب به فاصلهٔ ذرات اجسام از مراکز ثقل لباس ها در ماشین کالا شویی، هسته و آفتاب می باشد.

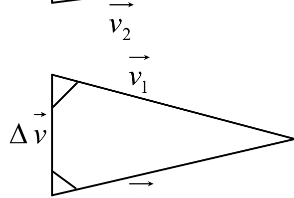
وکتور های مکان و سرعت خطی ذره یی که روی دایره به شعاع r به طور یکنواخت دور می خورد، در شکل (الف و ب) نشان داده شده است. طوریکه در شکل دیده می شود، جسم در لحظهٔ t_1 در نقطهٔ A (با وکتور مکان $\vec{r_1}$) دارای سرعت $\vec{v_1}$ ودر لحظهٔ t_2 (با وکتور مکان $\vec{r_2}$) دارای سرعت $\vec{v_2}$ است؛ چون حرکت دایره یی یکنواخت است، اندازهٔ $\vec{v_1}$ با اندازهٔ $\vec{v_2}$ برابر؛ ولی جهت این دو وکتور متفاوت است؛ یعنی:  $\lvert\vec{r_1}\rvert = \lvert\vec{r_2}\rvert = r$ $\lvert\vec{v_1}\rvert = \lvert\vec{v_2}\rvert = v$ چون سرعت کمیت وکتوری است، حتی اگر اندازهٔ آن بدون تغییر بماند هم سبب تغییر در سرعت می شود و در نتیجه گفته می توانیم که حرکت شتابدار است. برای تعیین شتاب، باید $\Delta\vec{v}$ راکه در شکل نشان داده بدست بیاوریم. - دو مثلث متساوی الساقین OAB و $O'A'B'$ بر دلیل مساوی بودن زاویهٔ رأس آنها با یکدیگر مشابه اند که میتوانیم بنویسیم. $\frac{v}{r} = \frac{\Delta v}{\Delta r} \Rightarrow \Delta v = \frac{v}{r}\Delta r$ که در آن r, v و Δr به ترتیب اندازه های وکتور سرعت، مکان وتغییر مکان هستند. بنا بر تعریف، شتاب متوسط ذره در واحد زمان $\Delta t = t_2 - t_1$ است. اگر Δtرا بسیار کوچک بسازیم، $\Delta t \to 0$ و دو نقطهٔ A و B (شکل الف) بسیار به هم نزدیک می شوند و در حدی که برزگی $\Delta\vec{r}$ با طول قوس AB یکی می شود و بدینترتیب شتاب متوسط در رابطهٔ بالا به شتاب لحظه یی تبدیل می شود: $$a = (\Delta t \to 0 \ \frac{v}{r} \times \frac{\Delta r}{\Delta t}) = \frac{v}{r}\ (\ \Delta t \to 0 \ \frac{\Delta r}{\Delta t}\ ) = \frac{v}{r}\ (v) = \frac{v^2}{r}$$ با استفاده از رابطهٔ $v = r\,\omega$ میتوان شتاب a را طور ذیل نوشت: $a = r\,\omega^2$ اکنون که اندازهٔ شتاب در یک حرکت دایره یی یکنواخت را بدست آوردیم، میخواهیم جهت و سمت آنرا تعیین کنیم. در شکل، وکتور های $\vec{v_2}, \vec{v_1}$ و $\vec{\Delta r}$ و سه حالت $\Delta t_1 > \Delta t_2 > \Delta t_3$ نشان داده شده است. از شکل (الف) زاویهٔ β را میتوانیم بدست بیاوریم: $$\beta = \frac{\pi - \Delta\theta}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\Delta\theta}{2}$$	**۱۰- معلومات اضافی**

- با کوچک شدن Δt زاویهٔ $\Delta\theta$ نیز کوچک شده و زاویهٔ β به مقدار $\frac{\pi}{2}$ نزدیک می شود. بالآخره وقتی Δt به صفر تقرب کند، زاویهٔ β به اندازهٔ $\frac{\pi}{2}$ تقرب خواهد کرد و درنتیجه جهت $\overrightarrow{\Delta r}$ که همان جهت شتاب $\vec{a}$ است بر روی وکتور $\vec{v_1}$ و به طرف داخل دایره خواهد بود.
- اگر وکتور شتاب $\vec{a}$ ، در نقطهٔ A (شکل الف) رسم شود، جهت شتاب $\vec{a}$ به طرف مرکز دایره خواهد بود و بنا بر قانون دوم نیوتن، اندازهٔ قوه یی که این شتاب $\vec{a}$ را برای ذره در روی مسیر دایره یی میدهد، m برابر با شتاب کتلهٔ ذرهٔ مذکور است.

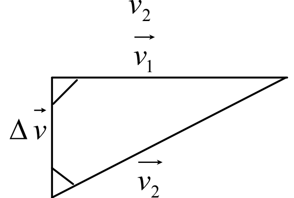
بدینترتیب شتاب در حرکت دایره یی یکنواخت، در استقامت شعاع دایره و به طرف مرکز آن است که این شتاب را شتاب جذب به مرکز می نامند. در شکل (د) سرعت و شتاب دریک نقطه یی از مسیر در حرکت دایره یی یکنواخت توسط یک ذره نشان داده شده است.



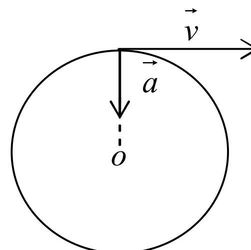
(الف)



(ب)



(ج)



شکل های (الف، ب، ج و د)

(د)

عنوان درس: (حل سؤالها و تمرینهای اخیر فصل سوم)، شمارهٔ درس: (۹–۱۰)، صفحهٔ کتاب:(۹۸)، وقت:(دو ساعت درسی)

معلم محترم، شما می توانید به کمک سؤال های حل شدهٔ ذیل ، دو ساعت درسی را برای مباحثه با شاگردان برای تمرین بیشتر، رسیده گی به مشکلات و حل سؤالها توسط شاگردان تخصیص دهید تا اطمینان خود را از آموزش مؤثر مفاهیم عمدهٔ این فصل توسط آنها حاصل نمایید.

حل سؤال (۱): معادلهٔ حرکت جسم در سیستم (SI)، $x = t^3 - 3t^2$ داده شده است.

حل جزء a: موقعیت های جسم در ثانیه های (۱) و (۲) چنین به دست می آید:

چون حرکت افقی و به استقامت محور (x) است، پس: $y_1 = y_2 = 0$ است،

و $x_1 = t^3 - 3t^2 = 1^3 - 3(1)^2 = (1-3)m = -2m$

همچنان : $x_2 = 2^3 - 3\,(2)^2 = (8-12)\,m = -4m$

علامه های منفی نشان می دهد که حرکت به عقب (سمت مخالف) می باشد.

می دانیم که: $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \overline{V_x} =$ (سرعت متوسط در انتروال زمان (۱ تا ۲) ثانیه)

پس : $\overline{V_x} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{[-4-(-2)]m}{(2-1)s}$

و یا $\overline{V_x} = \frac{-2\,m}{1\,s} = -2\ m/s$

حل جزء b: $3\,t^2 - 6t = \frac{d(t^3-3t^2)}{dt} = \frac{dx}{dt} = v =$ (سرعت متحرک در لحظهٔ $t = 4s$)

$v = 3 \times 4^2 - 6 \times 4 = 48 - 24$

و یا $v = 24\ m/s$

حل جزء c: $\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v_2} - \vec{v_1}}{t_2 - t_1} = \vec{\bar{a}} =$ شتاب متوسط در انتروال زمانی (۲ تا ۵) ثانیه

پس : $\vec{\bar{a}} = \frac{\frac{dx_2}{t_2} - \frac{dx_1}{t_1}}{t_2 - t_1} = \frac{(3t_2^2 - 6t_2) - (3t_1^2 - 6t_1)}{t_2 - t_1}$

$\vec{\bar{a}} = \frac{(3\times 5^2 - 6\times 5) - (3\times 2^2 - 6 \times 2)}{5-2}$

$\vec{\bar{a}} = \frac{(75-30)-(12-12)}{3} = \frac{45}{3}$

$\vec{\bar{a}} = 15\ m/s^2$

حل جزء d: $6t - 6 = \frac{d(3t^2-6t)}{dt} = \frac{dv}{dt} = \vec{a} =$ شتاب متحرک در لحظهٔ $t = 4s$

پس: $\vec{a} = 6 \times (4) - 6 = 24 - 6$

$\vec{a} = 18\ m/s^2$

حل سؤال (۲)، جزء (a):

- رسم گراف $(x-t)$ برای موتر: چون متحرک با شتاب $a = 2m/s^2$ شروع به حرکت می کند، پس

شتاب موتر $a = 2m/s^2$

سرعت ثابت لاری $v = 36km/h = 10m/s$

$a)$ $(x-t)$ گرافها $= ?$

موتر لاری $(v-t)$

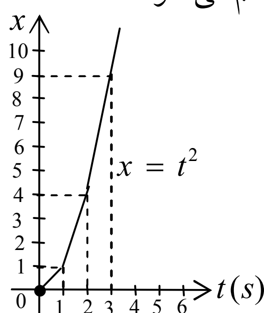
$b)$ $t_e = ?t_l$

$$v_0 = 0$$

و $x = \frac{1}{2}\, a\, t^2 + v_0\, t = \frac{1}{2}\,.\,(2)\, t^2 + 0 \times t = t^2 + 0$

$$x = t^2$$

پس به اساس این معلومات، گراف چنین رسم می شود:



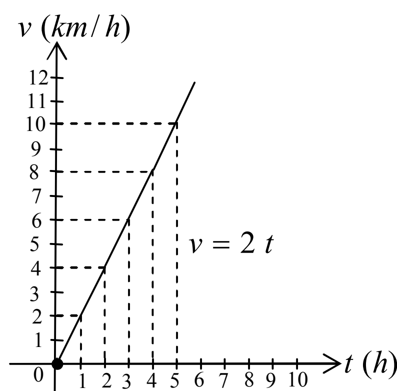
- رسم گراف $(v-t)$ برای موتر:

داریم که: $x = \frac{1}{2}\, at^2 + v_0 t$

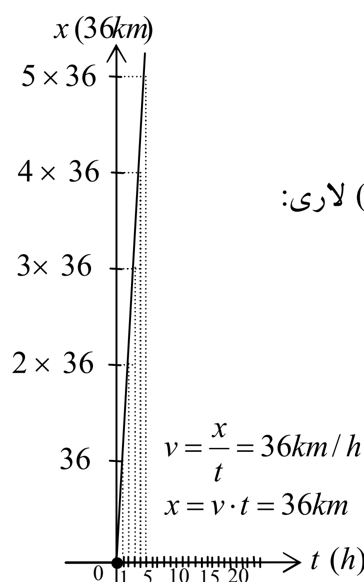
پس : $v = \frac{dx}{dt} = at + v_0$

چون $a = 2$ و $v_0 = 0$ است؛ پس $v = at = 2t$

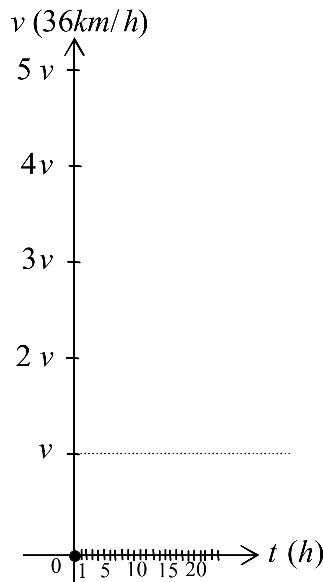
گراف چنین رسم می شود:



- رسم گراف $(x-t)$ لاری:



-رسم گراف $(v-t)$لاری:



حل جزء (b): فاصلهٔ طی شدهٔ لاری $x = v \times t$

با استفاده از مخفف (l) برای لاری می توان نوشت: $x_l = v_l \times t_l$ ......(1)

همچنان با استفاده از مخفف (c) برای موتر داریم: $a = 2\ m/s^2 \Rightarrow x_c = \frac{1}{2} a t_c^{\ 2} = 1 \times t_c^2$ .... (2)

چون در لحظه یی که باهم می رسند، فواصل طی شده مساوی است، پس از روابط (۱) و (۲) می توان نوشت که:

$$x_1 = x_c$$
$$v_l \times t_l = t_c^{\ 2}$$
$$t_c^{\ 2} = 10 \times t_l$$
$$t_c = \sqrt{10_l}$$
$$t_l = 0.1 t_c$$

و

حل سؤال (۳) :

$$t_1 = 5s \Rightarrow \vec{r_1} = \overrightarrow{2_i} + 14\vec{j}$$
$$t_2 = 25s \Rightarrow r_2 = \vec{8i} + 6\vec{j}$$

حل مرحلهٔ اول سؤال: $? = \bar{\vec{v}} =$ اندازهٔ سرعت متوسط بین دو لحظهٔ t_1 و t_2

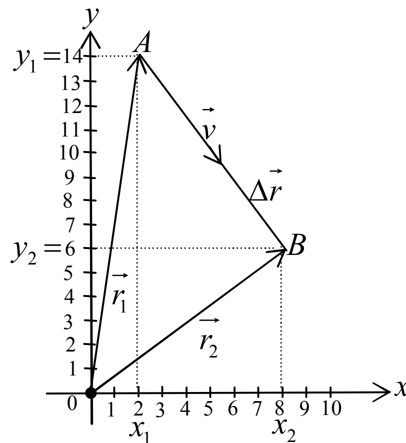
$$\bar{\vec{v}} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t} = \frac{(\Delta x)\vec{i} + (\Delta y)\vec{j}}{25-5} = \frac{(8-2)\vec{i} + (6-14)\vec{j}}{20}$$

$$\bar{\vec{v}} = \frac{6\ m - 8m}{20\ s} = \frac{-2}{20}\ m/s$$

$$\bar{\vec{v}} = -0{,}1 m/s$$

اکنون در این مرحله با رسم یک گراف جهت $\vec{\bar{v}}$ را نشان میدهیم.

چون $\Delta r = -2m$ و $\vec{\bar{v}} = -0,\ 1m/s$ هستند و علامت هر دو کمیت حاصله منفی است، پس جهت $\vec{\bar{v}}$ همسمت تغییر مکان ذره می باشد.



حل سؤال (۴) : برای در یافت معادلهٔ و قیمت سرعت جسم چنین عمل می کنیم:

معادلهٔ حرکت جسم توسط دو رابطهٔ $x = 6t$ و $y = 2\,t^2 + 1$ داده شده اند.

پس برای تعیین وکتور سرعت، در مرحلهٔ اول مرکبه های v_x و v_y را در t ثانیه چنین بدست می آوریم:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 6m/s \Rightarrow v_y = 4t$$

و در نتیجه وکتور سرعت لحظه یی در $t = 2s$ عبارت است از $\vec{v} = \sqrt{(6)^2\ \vec{i}\ + (4\times 2)^2\ \vec{j}}$

$$\vec{v} = \sqrt{36\ (m/s)^2\ + 64\ (m/s)^2}\ = \sqrt{100\ (m/s)^2}$$

$$\vec{v} = 10\ m/s$$

قیمت t را از رابطهٔ $x = 6t$ گرفته به معادلهٔ $y = 2t^2 + 1$ وضع نموده معادلهٔ اخیر را چنین حاصل میکنیم:

$$x = 6t \Rightarrow t = \frac{x}{6}$$

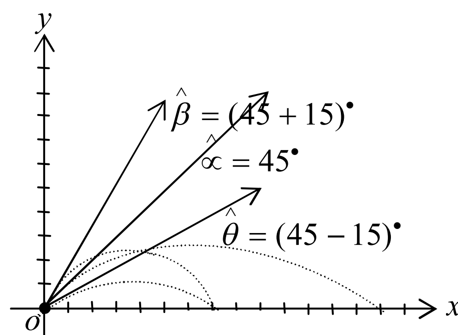
$$\Rightarrow y = 2(\frac{x}{6})^2 + 1 = 2\frac{x^2}{36} + 1 = \frac{1}{18}x^2 + 1$$

حل سؤال (۵):

معلم صاحب محترم لطفاً سؤال متن کتاب را بدین گونه اصلاح می نماییم:

در سطر سوم بعد از «این گفته» ، عبارت «را ثبوت کنید» را خذف و به جای آن جملهٔ «دیده شده می تواند؟» را اضافه کنید.

اکنون به حل سؤال می پردازیم:



در شکل دیده می شود که در بُرد اعظمی پرتاب، بیشترین فاصله به زاویهٔ 45° بوده وفاصله های بُرد های پرتاب شده در زاویه های کمتر و بیشتر از 45° باهم مساوی و کوچکتر از فاصلهٔ طی شده در زاویهٔ 45° می باشند.

حل سؤال (۶):

$y = 20m$
$v_0 = 30m/s$
$a) t = ?$
$b) x = ?$
$c) v = ?$

جزء (a): چون $y = 20m$ و $y = \frac{1}{2} g t^2$ می باشد، پس با وضع قیمت های y و g، معادله این شکل را بخود اختیار می کند:

$$y = \frac{g}{2} t^2$$

$$20 = \frac{10}{2} t^2 = 5t^2$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{20}{5} = 4 \Rightarrow t = \sqrt{4} = 2s$$

پس جسم بعد از ۲ ثانیه به آب بر خورد می کند.

جزء (b) : چون $v_0 = 30\ m/s$ و $x = v_0\ t$ = فاصلهٔ افقی نقطهٔ برخورد به آب تا نقطهٔ پرتاب وهمچنان زمان سقوط (فاصلهٔ عمودی) و فاصلهٔ افقی با هم مساوی اند، پس حق داریم قیمت ۲ ثانیهٔ حاصل شده را دراین معادله نیز وضع کنیم؛ یعنی:

$$x = 30\ m/s\ .\ 2s$$
$$x = 60\ m$$

پس:

$$v = g.t = 10m/s^2.2s$$
$$v = 20m/s$$

ویا:

جز c:

حل سؤال (۷): در شکل، قیمت های $x = 11\ m,\ y = 3m - 2m = 1\ m\ ,\ g = 10\ m/s^2$ و $\hat{\alpha} = 45^\circ$ داده شده اند.

$v_0 = ?$ = سرعت اولیه یی که در آن توپ باید داخل سبد بیفتد

قیمت v_0 را از رابطهٔ مسیر حرکت پرتاب مایل $y = -\frac{g\,x^2}{2\,v_0^2 \times \cos^2 \alpha} + x\tan\alpha$ چنین بدست آورده می توانیم:

$$1m = \frac{-10\,m/s^2 (11m)^2}{v_0^2 \times 2.\cos^2 45^\circ} + 11\,m \times \tan 45^\circ$$

$$1 = \frac{-10\ (121)}{v_0^2 \times 2 \times (\frac{\sqrt{2}}{2})^2} + 11 \times 1 \ \Rightarrow\ 1 = \frac{-1210}{v_0^2 \times 2 \times 0{,}5} + 11$$

$$1 - 11 = \frac{-1210}{v_0^2} \ \Rightarrow\ v_0^2 = \frac{-1210}{-10} = 121$$

پس در نتیجه:

$$v_0 = \sqrt{121}$$

ویا

$$v_0 = 11\ m/s$$

فصل چهارم

قانون های حرکت نیوتن

نگاه عمومی فصل

هدف عمدۀ فصل چهارم این است که شاگردان مفهوم علمی قانون های نیوتن را دانسته و تشریح کرده بتوانند و در زنده گی از آن استفاده نمایند.

دانش آموزان باید با مطالعۀ این فصل، اهمیت قانون های حرکت نیوتن، انواع قوۀ اصطکاک، تطبیق قوانین نیوتن، قانون جاذبه ، پراشوت،لفت و مدار های دایره یی حرکت اقمار مصنوعی را تا حد نیاز شرح کرده بتوانند.

روش های تدریس: فعالیت گروپی، لکچر و سؤال و جواب.

این فصل دارای ۱۰ ساعت درسی بوده که جدول توزیع عناوین و ساعت ها در ذیل معرفی می گردد.

عنوان فصل	عنوان های درس	تعداد ساعات درسی
قانون های حرکت نیوتن	قانون اول نیوتن و قانون دوم نیوتن	۱
	قانون سوم نیوتن و قوۀ عمودی تکیه گاه	۱
	تطبیق قوانین نیوتن در تعادل انتقالی جسم ها	۱
	تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت دایره یی	۱
	قوۀ اصطکاک	۱
	قانون جاذبۀ نیوتن و قوۀ وزن – شتاب جاذبه	۲
	پراشوت	۱
	لفت	۱
	مدار های دایره یی حرکت اقمار مصنوعی	۱

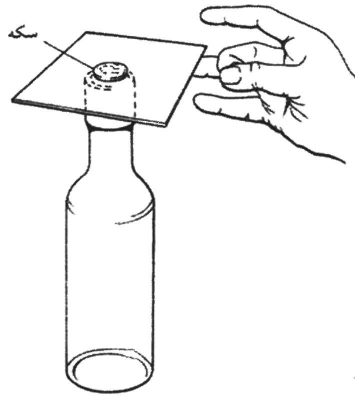
عنوان درس: (قوانین اول و دوم نیوتن**)، شمارۀ درس: (۱)، صفحۀ کتاب: (۱۰۱)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قوانین اول و دوم نیوتن
۲– نتایج متوقعه (دانشی، مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم عطالت و قانون دوم نیوتن. • درک مفاهیم نسبی حرکت و سکون. • حصول مهارت اجرای فعالیت درس برای درک مفاهیم حرکت و سکون. • تشخیص و تفکیک موارد استفاده از تطبیق قانون های اول و دوم نیوتن در حیات روزمره. • دانستن رابطۀ ریاضی بین کمیت های قوه، کتله و شتاب. • استفاده از فورمول $F = ma$ در حل سؤالات.
۳– روش های تدریس	لکچر، کارگروپی ، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	کاغذ (مقوا)، سکه، شیشه، تخته، تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از پرنسیب حرکت دایره یی یکنواخت، غرض ایجاد انگیزه توجه شاگردان را به قانون های اول و دوم نیوتن با طرح سؤالاتی مانند ذیل جلب کنید: جسمی که در حال حرکت است آیا همیشه به حرکت خود ادامه داده می تواند؟ اگر به حرکت خود ادامه داده نمی تواند علت آن چیست؟ آیا گاهی به اثر قوه یی که بالای کتلۀ یک جسم عمل می نماید توجه کرده اید؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– به نظریه های شاگردان در مورد قانون اول و قانون دوم نیوتن گوش دهید و آن ها را با مثال های متعدد کمک کنید تا به مفهوم قانون های اول و دوم نیوتن معرفت حاصل نمایند. – به شاگردان پیرامون درس گذشته (دینامیک حرکت دایره یی یکنواخت) بطور کوتاه معلومات دهید. – شاگردان را کمک کنید تا حالت نسبی بودن بین سکون و حرکت اجسام را از هم تفکیک کرده بتوانند. – شاگردان را با مثال های زیاد همکاری کنید تا قانون دوم نیوتن را از قانون اول تفکیک نمایند و از آن ها بخواهید تا در زمینۀ رابطه بین قوه، کتله و شتاب بحث نمایند. – شاگردان را به گروپ ها تنظیم کنید و از آن ها بخواهید تا در مورد اهمیت قوانین نیوتن با هم بحث نمایند.

	- به سؤال های شاگردان جواب ارائه نمایید و بعداً از نمایندهٔ هر گروپ بخواهید که نظر های گروپ خود را در بارهٔ قانون های اول و دوم نیوتن جمع بندی و یکجا سازند. - نظریات شاگردان را به روی تخته یادداشت کرده، درست و نادرست آن را به کمک آنها از هم تفکیک کنید. - از یک شاگرد بخواهید که متن درس (قانون های اول و دوم نیوتن) را بخواند.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	- درس را با تشریح مختصر و طرح سؤالاتی مانند: عطالت چیست؟ حرکت و سکون را تعریف کنید، تحکیم ببخشید. همچنان نکات کلیدی قانون های اول و دوم نیوتن را توضیح کنید و روی مفهوم قانون اول نیوتن با شاگردان مباحثه کنید.
۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از کار گروپی و پرسیدن سؤال های شفاهی ارزیابی کنید.
۹- جواب به سؤالهای درس	$F = ?$ $m = 1500\ kg$ $x_1 = 0$ $x_2 = 55m$ $v_1 = 100\frac{km}{h} = \frac{100000m}{3600s} = 27.77\frac{m}{s}$ $v_2 = 0$ برای دریافت قوه داریم که: $F = m.a$ در حالیکه برای دریافت شتاب داریم که: $v_1^2 - v_2^2 = 2a(x_1 - x_2)$ $v_1^2 = 2a(-x_2) = -2ax_2$ v_1 $v_2 = 0$ x_1 x_2 $a = \frac{v_1^2}{-2x_2} = \frac{(27.77m/s)^2}{-2\times 55m} = \frac{771.17m^2/s^2}{-110\ m} = -7.01\frac{m}{s^2} = -7\frac{m}{s^2}$ $\Rightarrow F = m.a = 1500\ kg\ (-7\frac{m}{s^2}) = -10500N$ علامهٔ منفی نشان میدهد که در حرکت تأخیری شتاب منفی بوده و جهت قوه به جهت مخالف حرکت موتر عمل میکند تا موتر را توقف دهد.

۱۰ معلومات اضافی

سکه یی را مطابق شکل، روی مقوایی که در دهن یک بوتل شیشه یی قرار دارد بگذارید و ضربهٔ سریعی به مقوا در جهت افقی وارد کنید. نتیجهٔ آزمایش را با توجه به قانون اول نیوتن توجیه کنید.



نیوتن (*New ton Isaac/ ۱۷۲۷–۱۶۴۳*)

فزیکدان و ریاضی دان بزرگ انگلیسی بعد از وفات گالیله در سال (۱۶۴۳)م به دنیا آمد. او به دلیل هوش سرشار خود، در هفده سالگی به طور رایگان وارد دانشگاه کمبرج شد و به سرعت از استادان خود پیشی گرفت.

در سال ۱۶۶۳ به دلیل مبتلا شدن بیماری طاعون نیوتن مجبور به ترک دانشگاه شد و در مدت ۱۸ ماه که بیشتر مراکزعلمی اروپا بسته بود. نیوتن به خود سازی علمی خویش پرداخت. او در این مدت نظریهٔ ذره یی نور، قانون جاذبهٔ عمومی و بسیاری از نظریات خود را پا یه گذاری کرد.

نیوتن در ادامهٔ کار های کپلر، دلیل بیضوی بودن مسیر سیاره ها را یا فت و قانون جاذبهٔ عمومی را کشف کرد. نیوتن حاصل پژوهش های خود را در کتابی به نام (اصول ریاضی و فلسفهٔ طبیعی) نوشت. این کتاب مشتمل بر قانون های نیوتن در بارهٔ حرکت است. نیوتن با استفاده از قانون جاذبهٔ عمومی، اثر مهتاب بر زمین را که به صورت جزرومد ظاهر میشود شرح داد.

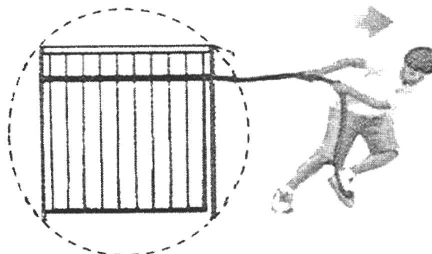
نیوتن نخستین تلسکوپ انعکاس دهنده را ساخت و او با ساختن تلسکوپ و اهدای آن به انجمن سلطنتی انگلیس به عضویت این انجمن در آمد. از اکتشاف های دیگر نیوتن تهیهٔ منشور برای تجزیهٔ نور بود که با آن طیف تشکیل دهندهٔ نور سفید را مشاهده کرد.



مثال: شخصی مطابق شکل، جسمی به کتله $60kg$ را کش میکند اگر شتاب جسم ثابت و برابر به $2m/s^2$ باشد، اندازهٔ قوهٔ وارد برجسم چند نیوتن است؟

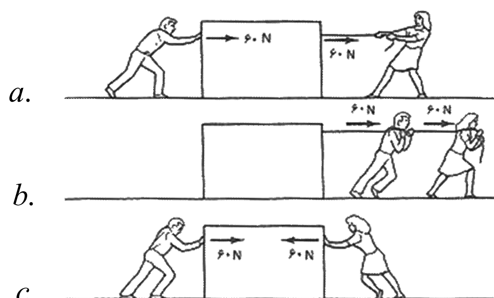
حل: نظربه قانون دوم نیوتن داریم:

$$F = m.a = 60\times 2 = 120\ N$$



مثال:

اگر کتلهٔ جسمی مطابق شکل (c,b,a) برابر به $30kg$ باشد، شتاب آن را در هر کدام از حالت های نشان داده شده، حساب کنید، طوری که از قوهٔ اصطکاک صرف نظر شده است.



حل:

نظر به قانون دوم نیوتن شتاب در هر حالت را حساب می کنیم.

در حالت (a)؛ دو قوه هم جهت بر جسم وارد می شود که محصلهٔ آن ها برابر است با

$$F = 60 + 60 = 120\ N$$

$$F = m.a =$$

$$120 = 30 \times a \rightarrow a = \frac{120\,N}{30\ kg} = 4\ m/s^2$$

در حالت (b)؛ نیز دو قوه هم جهت بر جسم وارد می شود بنا بران داریم:

$$F = 60 + 60 = 120\ N$$

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{120\,N}{30\ kg} = 4\frac{m}{s^2}$$

در حالت (c)؛ چون دو قوهٔ هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگر به جسم وارد می شود.

بنا براین محصلهٔ این دو قوه برابر است با:

$$F = 60 - 60 = 0$$

$$F = ma$$

$$0 = 30a \rightarrow a = 0$$

عنوان درس: (قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه)، **شمارهٔ درس: (۲)، صفحهٔ کتاب: (۱۰۳)،**

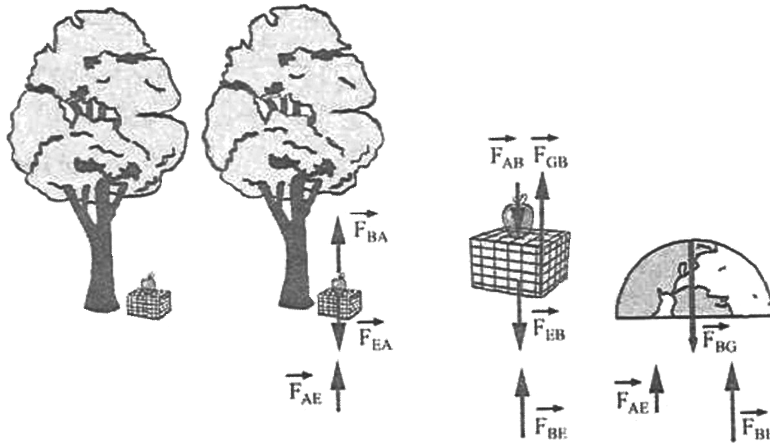
وقت: (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم قانون سوم نیوتن و قوه عمودی تکیه گاه. • تفکیک نمودن قوانین سه گانهٔ نیوتن از هم دیگر. • انجام دادن فعالیت برای شناختن قوه های عمل و عکس العمل و قوهٔ عمودی تکیه گاه. • دانستن این حقیقت که همواره یک جسم به جسم دیگر قوه وارد میکند. • استفاده از تطبیق قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه در حیات روز مره.
۳– روش های تدریس	لکچر، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	فنر، پایه با قاعده ، بکس اوزان، ترازوی فنری
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام دادن و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از قانون دوم نیوتن، غرض ایجاد انگیزه به درس، توجه شاگردان را به درس جدید (قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه) با طرح سؤال های مانند ذیل جلب کنید: – وقتی که دو جسم با هم تصادم می کنند، چه حادثه رخ میدهد؟ و قوه هایی که آن ها به یکدیگر وارد می کنند از لحاظ مقدار و جهت در چه وضعی قرار دارند؟ – جسمی روی سطح افقی میزی قرار دارد. بگویید که در این وضعیت چه قوه هایی به جسم مذکور وارد می شود؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– به نظریه های شاگردان در بارهٔ قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه گوش دهید و آن ها را با طرح سؤال های زیاد دو جانبه همراهی و همکاری کنید تا به اهداف این درس (قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه) آشنایی حاصل نمایند. همچنان آنها را برای کسب مهارت تفکیک قوانین سه گانهٔ نیوتن کمک کنید. – شاگردان را با طرح مثال های زیاد کمک کنید تا بتوانند استفاده از تطبیق قانون سوم نیوتن و قوهٔ عمودی تکیه گاه در حیات روزمره را به زبان خود بیان نمایند. – گروپ ها را تنظیم و آن ها را در بارهٔ فعالیت های متن درس (قوه های عمل و عکس العمل) رهنمایی کنید. – از شاگردان در گروپ ها بخواهید تا فعالیت های متن کتاب درسی را تحت نظر معلم انجام دهند. – از نماینده هر گروپ بخواهید تا نتیجهٔ کار خود را در مورد قانون سوم نیوتن و قوهٔ

	عمودی تکیه گاه بیان نماید. - از یک شاگرد بخواهید که متن درس را بخواند. - به سؤالات شاگردان جواب بدهید و درس را با مباحثات دو جانبه تکمیل کنید. - شاگردان را کمک کنید تا فعالیت متن این درس را انجام داده بتوانند و هم قوه هایی را که اجسام بالای یکدیگر وارد می نمایند از هم تفکیک کرده بتوانند.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با شرح مختصر تکرار نموده روی این مطلب در بارهٔ قانون سوم نیوتن تاکید بیشتر نمایید: «وقتی که دو جسم باهم تصادم می کنند، قوه هایی راکه آن دو به یکدیگر وارد میکنند، همواره از لحاظ مقدار مساوی و از لحاظ جهت در خلاف یکدیگر اند». در آخر سؤالات کوتاه مرتبط با اهداف درس را مطرح و از آموزش موثر درس اطمینان حاصل نمایید.
۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از سهمگیری شاگردان در کار گروپی و پرسیدن سؤال های شفاهی ارزیابی کنید.
۹- جواب به سؤالهای درس	سؤال حل نشده در متن درس و جود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	**فعالیت:** در هر کدام از شکل های مقابل، قوه های عمل رسم شده است قوه های عکس العمل مربوط به آن ها را رسم کنید. **سؤال:** شکل ذیل حرکت یک کشتی را نشان میدهد با توجه به قانون سوم نیوتن چگونه گی حرکت کشتی را توصیف کنید.

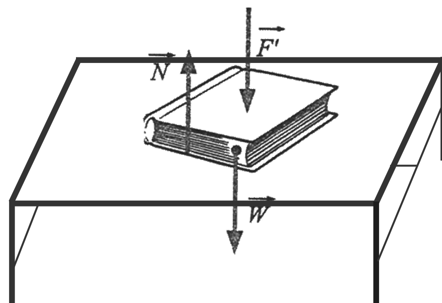
فعالیت:

در اشکال ذیل قوه های عمل و عکس العمل با استفاده از قانون سوم نیوتن رسم شده است. مشخص کنید که هر کدام از قوه ها توسط چه جسمی به جسم دیگر وارد می شود.



مثال:

شکل ذیل کتابی را نشان می دهد که روی میز قرار دارد؛ اگر قوهٔ عمودی $\overrightarrow{F^1}$ به طرف پایین بر کتاب وارد شود. قوهٔ عمودی تکیه گاه را (که از طرف میز بر کتاب وارد میشود) به دست آورید.



حل:

ابتدا قوه های دیگری را که بر کتاب وارد میشود رسم می کنیم. در شکل علاوه بر قوهٔ $\overrightarrow{F^1}$ ، قوهٔ و زن $\vec{w}$ و قوهٔ عمودی تکیه گاه نیز نشان داده شده است؛ چون کتاب بدون حرکت است، شتاب آن صفر است $(\vec{a} = 0)$.

در نتیجه بنابر قانون دوم نیوتن محصلهٔ قوه های وارده برکتاب صفر است $(\vec{F} = 0)$ بنابراین داریم:

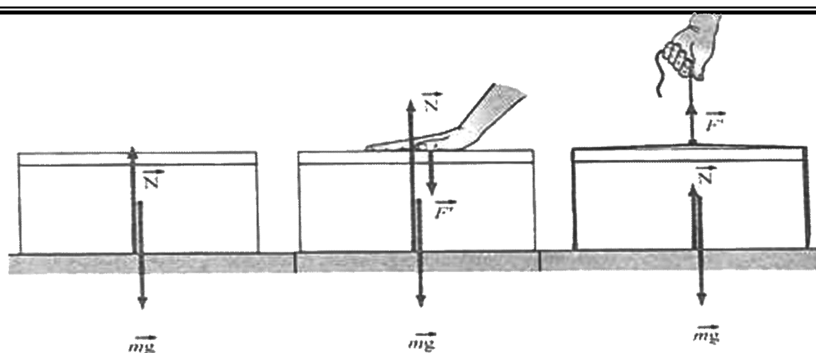
$$\vec{F} = \vec{N} - \overrightarrow{F^1} - \vec{w}$$

$$N = w + F^1$$

توجه کنید که اندازهٔ قوهٔ عمودی تکیه گاه در این حالت از اندازهٔ قوهٔ وزن بیشتر است.

اگر قوهٔ $\overrightarrow{F^1}$ خذف شود. خواهیم داشت $N = w$

سؤال: به شکل های c,b,a به دقت نگاه کنید، در هر حالت قوهٔ عمودی تکیه گاه را با قوهٔ وزن که از طرف زمین برجسم وارد میشود، مقایسه کنید آیا قوهٔ عمودی تکیه گاه همیشه مقدار ثابتی دارد و یابا قوهٔ وزن برابر است؟ چرا؟

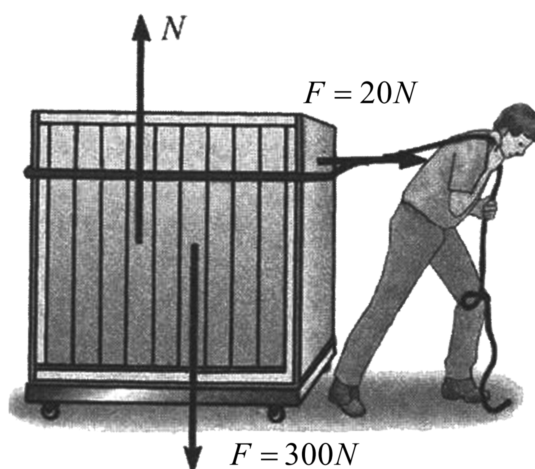


مثال:

شکل ذیل اوزان $300N$ را نشان می دهد که توسط شخصی با قوهٔ ثابت $20N$ در جهت افقی کش می شود. مسافتی که جسم پس از دو ثانیه طی می کند چند متر است؟ طوری که $g = 10m/s^2$ بوده و کدام قوهٔ دیگری برجسم وارد نمی شود.

حل:

$$m = \frac{w}{g} = \frac{300N}{10m/s^2} = 30\ kg$$



بنابر قانون دوم نیوتن شتاب اوزان برابر است با:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{20}{30} = 0.65\ m/s^2$$

توجه کنید که محصلهٔ قوه های وارد بر جعبهٔ اوزان تنها قوهٔ F است که توسط شخص بر جعبهٔ اوزان وارد می شود، زیرا دو قوهٔ N , W دارای اندازه های برابر و در جهت های مخالف هم اند؛ چون شتاب حرکت جسم ثابت است، داریم:

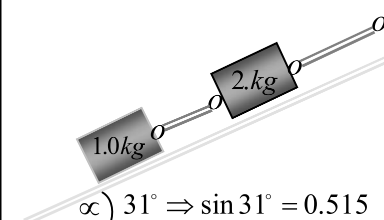
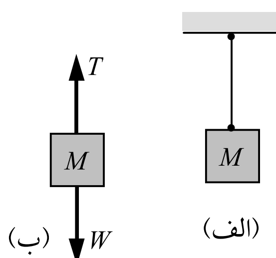
$$x = \frac{1}{2}\ a\ t^2$$

$$x = \frac{1}{2}\ x\ 0.65 \times \overset{2}{2} = 1.3m$$

یا: $x = 1.3m$

عنوان درس: (تطبیق قوانین نیوتن**)، شمارۀ درس: (۳)، صفحۀ کتاب: (۱۰۸)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	تطبیق قوانین نیوتن (در تعادل انتقالی جسم ها)
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تطبیق قوانین نیوتن در بعضی حوادث زنده گی روز مره. • درک اهمیت تعادل انتقالی در اجسامی که دو نوع حرکت (خطی و دو رانی) دارند. • دانستن اینکه ما در بیشترحوادث حرکی که در زنده گی ما رخ می دهد تابع قوانین حرکت نیوتن هستیم.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	تباشیر، تخته ، تخته پاک
۵- قـــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از قوۀ عمودی تکیه گاه، توجه شاگردان را به درس جدید(تطبیق قوانین نیوتن در تعادل انتقالی جسم ها) با طرح سؤال های مانند ذیل جلب کنید: منظور از تعادل انتقالی چه است؟ افکار خود را شریک سازید.
۶- فعالیـــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	به نظریه های شاگردان در مورد تطبیق قوانین نیوتن در تعادل انتقالی جسم ها گوش دهید. قوۀ عمودی تکیه گاه را به شاگردان یاد آوری کنید. - درس گذشته (قوۀ عمودی تکیه گاه) را با درس جدید به کمک متن درس ارتباط دهید. - شاگردان را به اهمیت تطبیق قانون های نیوتن در تعادل انتقالی جسم ها کمک و رهنمایی کنید. - شاگردان را با ارائه مثال ها کمک کنید تا معنی تعادل انتقالی را بیان کرده بتوانند و بدانند که ما و تمام حوادث حرکی ما در زنده گی تابع قوانین حرکت نیوتن هستیم. - به یک شاگرد هدایت دهید که متن درس را بخواند و سپس به سؤال های شاگردان جواب ارائه نمایید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با شرح مختصر و یاد آوری از نکات کلیدی درس تکرار و با طرح سؤالاتی؛ مانند: معنی تعادل انتقالی چه است؟ اهمیت تعادل انتقالی در چیست؟ تحکیم بخشیده و از آموزش مفید درس اطمینان بدست می آوریم.
۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از کار خانه گی و پرسیدن سؤال شفاهی ارزیابی کنید.

۹– جواب به سـؤالهای درس	حل سؤال متن صفحهٔ ۱۰۹ کتاب: a. کشش تاری که بین هر دو بلوک اتصال دارد؟ b. کشش تاری که به دیوار بسته شده است؟ a. کشش تاری که به هر دو بلوک اتصال دارد. $= T_1 = m.g.\sin\alpha$ $T = 1kg \times 10\,m/s^2 \times 0.515$ $= 5.15\ kg\,m/s^2$ $T_1 = 5.15\,N$  b. $m_1 = 1kg$ $m_2 = 2\,Kg$ $M = m_1 + m_2$ $= 1\,Kg + 2\,Kg$ $M = 3\,kg$ کشش تاری که به دیوار بسته شده است. $= T_2 = F = P = mg\sin\alpha$ $T_2 = 3\ Kg \times 10\,m/s^2 \times \sin\ 31^\circ$ $T_2 = 3\ Kg \times 10\,m/s^2 \times 0.515$ $T_2 = 15.450\,N$
۱۰ معلومات اضافی	تا اخیر این فصل به کار برد های قوانین حرکت در دینامیک ذره می پردازیم. یعنی از مثال های مربوط به تعادل شروع میکنیم که ممکن است با دینامیک بی ارتباط به نظر برسند؛ چنانچه د رمبحث تعادل میخانیکی آموختید که هر شی بدون شتاب در حالت تعادل است؛ بنا براین اگر چندین قوه به طور همزمان به آن وارد شوند، لازمهٔ تعادل فقط این است که قوهٔ موثر، یعنی جمع وکتور قوه های مختلف، صفر باشد. بنابراین، یکی از شرایط تعادل عبارت است از $\sum_i F_i = 0$ در ریاضیات، حرف بزرگ یونانی سیگما (Σ) برای نشان دادن و پیدا کردن مجموع به کار می رود؛ بنا براین سمت چپ معادلهٔ ذیل برای در نظر گرفتن همهٔ وکتور های قوه F_1، F_2 , F_3........ و جمع کردن آن ها به کمک قاعده های جمع وکتوری یک دستور العمل به شمار می آید. سه معادلهٔ سکالر ذیل هم با ارزش است. $\sum_i F_{ix} = 0$ $\sum_i F_{iy} = 0$ $\sum_i F_{iz} = 0$ 

کـه X ,y و Z نماینـدهٔ سـه محـور و دو بـه دو حـسب دلخـواه بـاهم عمـود و F_{ix} , F_{iy} , F_{iz} مؤلفه های X ,y و Z متعلق به i اُم قوه هستند.

اکنون چند مثال ساده را بررسی میکنیم، نخستین مثال، مربوط به چیزی که از ریسمان آویخته شده بسیارساده است، می خواهیم کشش دراین ریسمان را بیابیم.

برای حل این مسأله یا هر مسأله دیگر، در خصوص تعادل دینامیکی، باید قوه هایی را معلوم کنیم که برشی وارد می گردد. برای این که این قوه ها را خوب تر نشان دهیم، جسم را منزوی نموده، بدون، هرگونه طناب یا سایر اتصال ها نمایش می دهیم. اگر اتصال ها قوه هایی را به جسم منتقل کنند، این قوه ها را با ترسیم وکتور های قوهٔ متناظر شان نشان می دهیم. در شکل فوق دو قوه بر جسم وارد می گردد؛ یکی قوهٔ جاذبوی یعنی وزن آن است. قوهٔ دیگر کشش ریسمان (T) است که جسم را در تعادل نگه داشته است و این ها تنها قوه هایی اند که بر جسم منزوی وارد می شوند، بنابراین، معادله $(\sum_i F_i = 0)$ عبارت خواهد بود از $w + T = 0$ و بنابراین $T = -w$ یعنی بزرگی کشش طناب برابر بزرگی وزن است؛ ولی جهت آن خلاف جهت قوهٔ وزن، یعنی روبه بالا است. همهٔ این مطالب را گاه گاه فراموش میکنیم که وقتی شی بر روی میز قرار دارد، قوهٔ وزن شی و قوهٔ رو به بالای عکس العمل میز بر شی وارد می گردد. بدون این قوهٔ آخری، شی نمی تواند ساکن بماند، بلکه بر اثر قوهٔ جاذبه فرو می افتد، مانند اینکه سطح میز را بر داشته باشیم.

عنوان درس: (تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت دایره یی)، **شمارهٔ درس:** (۴)، **صفحهٔ کتاب:** (۱۰۹)، **وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت دایره یی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• آشنا شدن با تطبیق کردن قانون دوم نیوتن در حرکت های دایره یی. • دانستن قوه یی که باعث حرکت جسم در روی دایره می گردد. • تشخیص و تعریف قوهٔ جذب و فرار از مرکز. • تشریح و تفکیک نمودن شتاب های متوسط از شتاب لحظه یی
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تباشیر، تخته، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از تطبیق قوانین نیوتن در تعادل انتقالی جسم ها، توجه شاگردان را به درس جدید(تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت دایره یی) با طرح سؤال های مانند ذیل جلب کنید: کدام عامل باعث تغییر دادن سرعت و یا جهت حرکت یک جسم می گردد؟ آیا بانام قوهٔ فرار از مرکز آشناهستید؟ دربارهٔ آن بحث کنید.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	–به نظریه های شاگردان در مورد تطبیق قانون دوم نیوتن گوش دهید و در بارهٔ تطبیق تعادل انتقالی جسم ها یادآوری کنید. – شاگردان را با مثال های زیاد همکاری کنید تا قوهٔ جذب و فرار از مرکز را تشخیص و تعریف نمایند. – شاگردان را کمک کنید تا شتاب های متوسط ولحظه یی را از هم تفکیک کرده بتوانند. –به یک نفر شاگرد بگوئید که متن این درس را بخواند و به سؤال های شاگردان جواب ارائه نمایید.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با تشریح مختصر و یادآوری از نکات کلیدی، تکرار کرده و سؤالات کوتاه مرتبط با اهداف درس را با شاگردان مطرح و روی آنها بحث نمایید.
۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از سهم گیری شاگردان و پرسیدن سؤال های شفاهی ارزیابی کنید.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن این درس وجود ندارد.

۱۰ معلومات اضافی	چون در متن این درس کدام مثال و یا تمرین تذکر داده نشده است؛ بنابرآن برای فهم بیشتر درس، مثال زیر را به شاگردان ارائه کرده و در حل آن مشترکاً سهم بگیرید. **مثال:** موتری روی قوس جاده یی به شعاع $(200\ m)$ با سرعت ثابت $(20\ \frac{m}{s})$ در حرکت است شتاب دورانی این موتر را محاسبه کنید. **حل:** $v = 20\, m/s$ $r = 200\, m$ $a = ?$ چون ما داریم که: $a = \frac{v^2}{r} = \frac{400}{200} = 2\ m/s^2$

عنوان درس: (قوۀ اصطکاک)، **شمارۀ درس: (۵)، صفحۀ کتاب: (۱۱۲)، وقت:** (یک ساعت درسی)

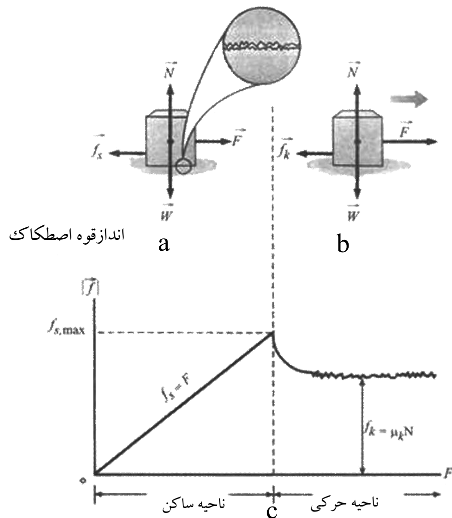
مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قوۀ اصطکاک
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم قوۀ اصطکاک. • تفکیک نمودن قوه های اصطکاک ستاتیکی و دینامیکی از همدیگر. • استفاده نمودن از معادله های $f_s = \mu_s . N$ و $f_k = \mu_k .s$ در حل سؤالات. • باور حاصل کردن به این که اگر اصطکاک نمی بود، زنده گی نا ممکن می بود.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و فعالیت گروپی
۴– مواد ممد درسی	تباشیر، تخته و تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از تطبیق قانون دوم نیوتن در حرکت دایره یی، غرض ایجاد انگیزه توجه شاگردان را به قوۀ اصطکاک با پرسش های؛ مانند ذیل جلب کنید: کلمۀ اصطکاک را شنیده اید؟ در بارۀ آن چه فکر می کنید؟ اصطکاک در زنده گی ما چه نقشی دارد؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– به نظریه های شاگردان پیرامون مفهوم قوۀ اصطکاک گوش دهید؛ سپس در بارۀ قوۀ اصطکاک و انواع آن، مطابق متن کتاب به شاگردان معلومات دهید تا در این موضوع آشنایی حاصل نمایند. – شاگردان را با مثال های زیاد کمک کنید تا ضریب اصطکاک ستاتیکی را از ضریب اصطکاک حرکی و قوه های اصطکاک ستاتیکی را ازدینامیکی تفکیک کرده بتوانند. – شاگردان را به گروپ ها تنظیم کنید و از آن ها بخواهید تا در مورد اهمیت و تفاوت قوه های اصطکاک ساکن و حرکی بحث نمایند. و بعداً از نمایندۀ هر گروپ مطالبه نمایید که نظر های گروپ ها، در مورد انواع قوه اصطکاک را جمع بندی و یکجا سازند. – نظریات شاگردان را روی تخته یادداشت کرده، درست و نادرست آن را از هم تفکیک دهید. – از یک شاگرد بخواهید، تا متن درس (قوۀ اصطکاک) را بخواند. – به پرسش های شاگردان جواب بدهید.

۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	نکات کلیدی درس را بطور فشرده تکرار نموده و سؤالاتی مانند ذیل را با شاگردان مطرح سازید: - اصطکاک یعنی چه و علت به وجود آمدن آن چه می باشد؟ - اصطکاک حرکی را تعریف کنید. - تعریف های زیر را با شاگردان تمرین کنید. قوهٔ اصطکاک: قوهٔ است که در خلاف جهت حرکت یک جسم به آن جسم وارد شده باشد. وقتی که یک جسم نسبت به سطحی که بر روی آن قرار دارد، کش شده ولی ساکن می ماند، در این حالت، قوهٔ اصطکاک را قوهٔ اصطکاک ساکن می نامند.
۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های مشاهده از سهم گیری شاگردان در جریان درس و سؤالات شفاهی ارزیابی کنید.
۹- جواب به سؤالهای درس	۱- (صفحه ۱۱۴ کتاب) $F_1 = F_2 = 5N$ $F = N = W = mg = 2kg . 10m/s^2$ $F = 20\ N$ $f_s = F$ $f_s = \mu_s\ N$ $\mu_s = ?$ $f_s = \mu_s\ N$ $\mu_s = \frac{f_s}{N} = \frac{5N}{20N} = \frac{1}{4}$ $\mu_s = 0,25$ $F = N = w = 20\ N$ $F_2 = 5N$ $F_1 = 5N$ ۲- (صفحه ۱۱۶ کتاب) $a = 4\frac{m}{s^2}$, $m = 20kg$, $F = 100N$, $\mu_k = ?$ $F = f_k = m \cdot a$ $F_k = F - m \cdot a$ $\mu_k \cdot m \cdot g = F - m \cdot a \Rightarrow \mu_k = \frac{F - m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{100N - 20kg \times 4\frac{m}{s^2}}{20kg \times 10\frac{m}{s^2}}$ $\mu_k = \frac{100N - 80N}{200N} = \frac{20N}{200N} = \frac{1}{10} = 0.1$ $F = 100N$

۱۰ معلومات اضافی

فعالیت

به شکل های (c, b, a) بـه دقـت نگـاه کنیـد آنچـه را در بـارۀ قـوۀ اصـطکاک سـاکن و دینـامیکی در قـسمت قبـل بیـان شـد دو بـاره مطالعـه کنیـد و ارتبـاط آن مفـاهیم را بـا ایـن شکل ها توضیح دهید.



در بسیاری از لوازم صنعتی خانه گی، ما به پرزه ها ویا قطعه هایی بر می خوریم کـه روی یکدیگر می لغزند، موتور برقی در بسیاری از لوازم از ضبط الصوت و یخچال گرفته تا بـه تجهیزات دیگر و جـود دارد. در همـۀ موتـور هـای برقـی سـطح محـور موتـور در هنگـام چرخش روی سطح جایگاه آن می لغزد.

لغزش دو جسم روی یکدیگر در قطعه های زیادی از ماشین موتر وجود دارد.

در تمام این مورد ها قوۀ اصطکاک وجود دارد که دو اثر عمده دارد.

a- مقداری از انرژی را به حرارت تبدیل می کند و باید این حرارت از سـطح هـایی کـه روی هم می لغزندخارج شود.

b- قطعه هایی که روی هم می لغزند ساییده و فرسوده می شوند.

در همۀ این مورد ها ، با قرار دادن لایۀ نازکی از روغن میـان دو سـطح تمـاس، سـعی مـی شود اصطکاک و در نتیجه عوارض نا مطلوب آن هر چه بیشتر کاهش یابد. با این وصـف آیا قوۀ اصطکاک قوۀ مزاحمی است یا بهتر بود که این قوه وجود نمی داشت؟

وقتی که روی زمین می رویم، همواره پای ما روی زمین قرار دارد و بقیـۀ بـدن بـه طـرف جلو حرکت می کند؛ بنا بران به طور کلی می توان گفت:

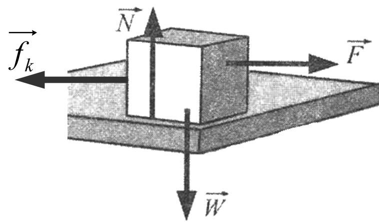
کاهش قوۀ اصطکاک میان دو سـطحی کـه بایـد روی یکـدیگر بلغزنـدمطلوب اسـت، در حالیکه اصطکاک میان دو سطح که نباید روی یکدیگر بلغزند باید زیاد باشد.

مثال: قوهٔ لازم را که برای جسمی با کتلهٔ $m = 70\ kg$ شتاب $a = 2m/s^2$ میدهد در دو حالت ذیل b,a حساب کنید، طوریکه $g = 10m/s^2$ است.

a- جسم روی سطح افقی که اصطکاک آن ناچیز است. حرکت می کند.

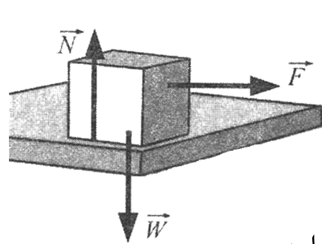
b- جسم روی یک سطح افقی که ضریب اصطکاک حرکی آن 0.2 است، حرکت می کند.

حل: جز a- در این حالت قوه های وارد بر جسم مطابق شکل ذیل است. در این صورت داریم:



$$F = ma = 70\times 2 = 140\,N$$

جواب جز b- در این حالت قوه های وارد برجسم مطابق شکل ذیل است در این صورت مطابق قانون دو م نیوتن محصلهٔ قوه های وارد برجسم برابر است با:



$$F - f_k = ma$$

$$F - \mu_k\ N = ma \Rightarrow F = am + \mu_k\ N$$

چون جسم در جهت قایم حرکتی ندارد $N = w$ است بنابر این

$$F = ma + \mu_k W = ma + \mu_k mg$$

$$F = 70kg \times 2\ \frac{m}{s^2} + 0.2 \times 70\ kg \times 10\ \frac{m}{s^2}$$

$$F = 140\ N + 140\ N = 280\,N$$

نتایج حالت های a و b نشان می دهد، هنگامی که قوهٔ اصطکاک وجود دارد برای تغییر موقعیت جسم به قوهٔ بزرگ تری نیاز است.

عنوان درس: (قانون جاذبهٔ نیوتن و قوهٔ وزن –شتاب جاذبه)، **شمارهٔ درس:** (۶)، **صفحهٔ کتاب:** (۱۱۶)،
وقت: (دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قانون جاذبهٔ نیوتن و قوهٔ وزن –شتاب جاذبه
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم قانون جاذبهٔ نیوتن. • تفکیک نمودن فورمول های $F = G\,\frac{m_1.m_2}{r^2}$ و $g' = G\,\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ از همدیگر. • تحقیق روی روش کار و شخصی که ضریب ثابت جهانی (G) را محاسبه نموده است. • استفاده از فورمول قوهٔ جاذبهٔ $F = G\,\frac{m_1.m_2}{r^2}$ در حل سؤالات.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک و تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۱۰ دقیقه)	این موضوع به دو درس جداگانه پلان می شود، بنابرآن بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از قوهٔ اصطکاک و قانون جاذبه، شامل قسمت فعالیت مقدماتی این دو درس بوده و غرض ایجاد انگیزه در دو ساعت جداگانهٔ درس، توجه شاگردان را به قانون جاذبهٔ نیوتن و قوهٔ وزن –شتاب جاذبه با پرسش های مانند ذیل جلب کنید: قانون جاذبه یعنی چی؟ چرا انار، ناک، سیب، چارمغز و ..... از درخت افتاده و به طرف زمین می آیند، علت آن چیست؟
۶– فعالیت جریان درس (۵۵ دقیقه)	به نظریه های شاگردان پیرامون قانون جاذبهٔ نیوتن در ساعت اول درس و قوهٔ وزن – شتاب جاذبه در ساعت دوم درس گوش دهید. – از نکات کلیدی پیرامون قوهٔ اصطکاک و یا قانون جاذبه در ساعتهای جداگانه یاد آوری کنید. – درس گذشته(قوه اصطکاک) را با دو درس جدید(قانون جاذبه نیوتن و قوهٔ وزن- شتاب جاذبه) ارتباط دهید. – در جریان هر دو درس شاگردان را با طرح نمودن سؤال های زیاد کمک کنید تا فورمول های $F = G\,\frac{m_1\,m_2}{r^2}$ و $g' = G\,\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ را از همدیگر تفکیک نمایند. – در جریان ساعت دوم درس شاگردان را به گروپ ها تنظیم کنید و از آنها بخواهید تا در مورد قانون جاذبهٔ نیوتن و قوهٔ وزن- شتاب جاذبه با هم بحث نمایند.

	- بعد از نمایندهٔ هر گروپ بخواهید که نظریات گروپ ها را در مورد(قانون جاذبه نیوتن و قوهٔ وزن- شتاب جاذبه) جمع بندی و یکجا سازند. -نظریات شاگردان را روی تخته یاد داشت کرده، درست و نادرست آن را از هم تفکیک کنید. - در هر دو ساعت درسی از یک شاگرد بخواهید که متن درس را بخواند. سپس در آخرین مرحله به سؤالات شاگردان جواب ارایه نمایید.
۷- تحکیم درس (۱۵ دقیقه)	درس را بطور خلاصه تکرار نموده نکات اساسی و کلیدی آن را تشریح کنید. سپس سؤالاتی را از قبیل: آیا ممکن است که یک جسم در نزدیکی زمین با شتاب بزرگ تر از g رو به پایین حرکت کند؟ چرا وقتی یک جسم را به بالا پرتاب می کنیم، پس بطرف پایین می افتد؟ مطرح نموده و با مباحثات دو جانبه، درس را تحکیم ببخشید.
۸- ارزیابی ختم درس (۱۰ دقیقه)	هر یک از درس های اول و دوم را با شیوه های مشاهده از سهم گیری و سؤالات شفاهی از شاگردان، ارزیابی کنید.
۹- جواب به سؤالهای درس	**جواب سؤال۱- صفحهٔ ۱۱۷ کتاب** نظر به معلومات گذشته: کتلهٔ زمین $= 6\times10^{24}\ kg$ شعاع زمین $= 6.4\times10^{6}\ m$ قوه جاذبه زمین $= ?$ $g = G\frac{Me}{R_e^2}$ $g = 6.67\times10^{-11}\ \frac{6\times10^{24}}{(6.4\times10^{6})^2} = \frac{40.02\times10^{13}}{40.96\times10^{12}} = 0.977\times10^{13}\times10^{-12}$ $g = 0.977\times10\frac{m}{s^2} = 9.77\frac{m}{s^2}$ پس قوهٔ جاذبهٔ زمین بالای وجود شما از رابطهٔ ($w = 9.77\frac{m}{s^2}\times$ کتلهٔ شما) بدست میآید. **جواب سؤال ۲- صفحهٔ ۱۱۸ کتاب** از قبل می دانیم که در سطح زمین: $g = 9.6 m/s^2$ و شعاع زمین ($R = 6.4\times10^6 m$) می باشد. پس کتلهٔ زمین (Me) را چنین حساب کرده می توانیم: $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ $M_e = \frac{g\ R_e^2}{G} = \frac{9.8 m/s^2\times(6.4\times10^6\ m)^2}{6.67\times10^{-11}\ N m^2/kg^2}$ $M_e = \frac{9.8 m/s^2\times 40.96\times10^{12}\ m^2}{6.67\times10^{-11}\ N\ m^2/kg^2}$ $= \frac{9.8\times 40.96\times10^{23}}{6.67} = \frac{401.408\times10^{23}}{6.67}\ kg$ $M_e = 60.18\times10^{23}\ kg = 6.018\times10^{24}\ kg$

۱۰ معلومات اضافی

معلم محترم،

برای تمرین بیشتر و آموزش بهتر این دو درس، نخست مثالهای ۱ و ۲ را تحلیل وبه تعقیب آن معلومات اضافی لازمه را که در نظر گرفته شده مطالعه نمایید تا در جریان تدریس از آن ها استفاده کرده بتوانید.

مثال اول:

دو شخص به کتله های $70kg$ و $100\ kg$ در فاصلۀ 200 متری یکدیگر قرار دارند.

قوۀ جاذبه یی که این دو شخص بر یکدیگر وارد می کنند، چقدر است؟

حل: چون فاصلۀ دو شخص نسبت به ابعاد آن ها خیلی زیاد است، بنابر قانون جاذبۀ نیوتن داریم:

$$F = G\,\frac{m_1 .\, m_2}{r^2}$$

$$F = 6.67\times {}_{10}^{-11} \times \frac{70\times 100}{(200)^2} = 6.67\times \frac{7000}{40000} = 1.167\times 10^{-11}\,N$$

کاوندیش ($1731 - 1810$ *Cavendish Henry*)**:**

کاوندیش فزیکدان وکیمیا دان انگلیسی در شهر نیس فرانسه به دنیا آمد؛ زیرا مادرش که از بیماری رنج می برد به مناطق خوش آب و هوای آنجا آمده بود. او در انگلستان به تحصیل پرداخت، کاوندیش تنها به پژوهش های علمی عشق می ورزید و مدت شصت سال در آزمایشگاه خود به کار و کوشش مشغول بود. نتیجۀ این مدت تلاش او بسیار والا وگرا نبها است. اوکسی است که مشخص کرد که از سوختن هایدروجن آب تولید می شود و آب مادۀ مرکب است. مهم ترین کار کاوندیش محاسبۀ کتلۀ زمین است وبزرگ ترین قدر دانی از او تأسیس از مایشگاهی است که در لندن به احترام او نامگذاری شده است. او همچنان نشان داد که هایدروجن سبک ترین گاز ها است و همچنان کثافت متوسط زمین را برابر $5.5\,g/cm^3$ به دست آورد.

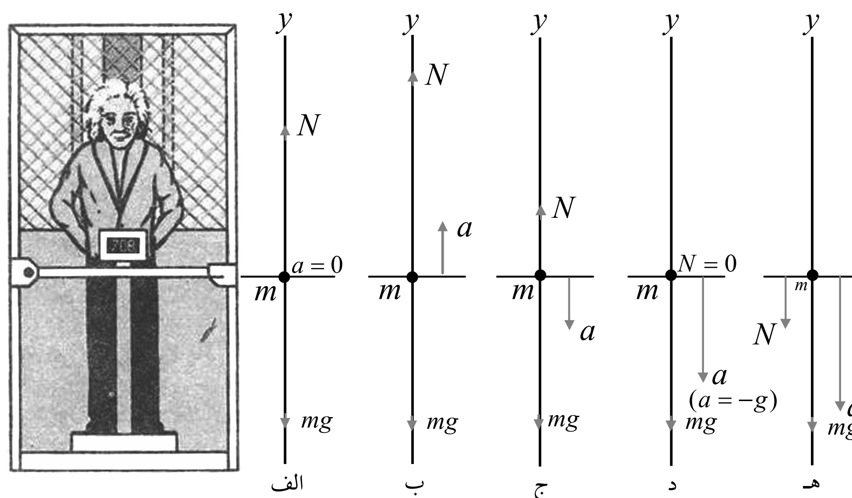
عنوان درس: (پراشوت**)، شمارۀ درس: (۷)، صفحۀ کتاب: (۱۱۸)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	پراشوت
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن هدف و ضرورت استفاده از پراشوت توسط هوا بازها (فضانورد). • دانستن مفهوم قوۀ مقاومت پراشوت به طرف بالا (F_d). • تعریف نمودن سرعت حدی در پراشوت. • استفاده از رابطۀ $mg = F_d = b v_1^2$ در حل سؤالات. • علامند شدن به اجرا کردن فعالیت (سقوط آزاد دوجسم) مربوط درس.
۳- روش های تدریس	لکچر، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴- مواد ممد درسی	زینه، کاغذ سبد شکل، یک سکۀ پنج افغانیگی، هوا
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از قوۀ وزن وشتاب جاذبه، توجه شاگردان را به درس جدید(پراشوت) با طرح سؤال های مانند ذیل جلب کنید: آیاکدام شما پراشوت را دیده اید؟ باکلمۀ سرعت حدی جسم در فضا آشنایی دارید؟ چطور می توانید بدانید که مقاومت هوا قابل صرف نظر است؟
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- به نظریه های شاگردان در بارۀ هدف و ضرورت استفاده از پراشوت توسط هوا بازها گوش دهید و آنها را با طرح سؤال های زیاد همکاری کنید تابه مفهوم قوۀ مقاومت پراشوت به طرف بالا (F_d) آشنایی حاصل نمایند. - به شاگردان هدایت دهید تا در نتیجۀ بحثها و توضیحات شما سرعت حدی در پراشوت را تعریف نمایند. - شاگردان را با مثال های زیاد کمک کنید تا رابطۀ $mg = F_d = b v_1^2$ را در حل سؤالات تطبیق نموده بتوانند. - گروپ ها را تنظیم و آنها را در اجرا کردن فعالیت (سقوط آزاد دو جسم) متن درس (پراشوت) رهنمایی کنید. - از نمایندۀ هر گروپ بخواهید تا نتیجۀ کار خود را در مورد پراشوت بیان نمایند. - از یک شاگرد بخواهید که متن درس (پراشوت) را بخواند. - در اخیر به سؤالات شاگردان جواب بدهید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با تشریح مختصر مثلاً تعریف نمودن سرعت حدی در پراشوت، تعیین قوۀ مقاومت در هر سرعت توسط رابطۀ $F_d = mg\frac{v^2}{v_1^2}$ و نکات عمدۀ دیگر تکرار نموده با طرح سؤالات کوتاه وبحث روی آنها درس را تحکیم ببخشید.

۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	درس را با شیوه های سهم گیری در فعالیت و جواب دادن سؤالات شفاهی ارزیابی کنید.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال: میدانیم که قوۀ مقاومت هوا در سرعت حدی مساوی به وزن جسم می شود، پس میتوانیم بنویسیم که: $h = 2000m$ $F_d = mg$ $m = 112kg$ $F_d = 112kg \times 10m/s^2 = 1120\ N$ $F = ?$
۱۰ معلومات اضافی	**استاد محترم**، جهت معلومات شما و دادن ذهنیت برای شاگردان، مثال ذیل را در مورد وزن ظاهری فضا نورد با شاگردان کار کنید. **مثال:** شتاب رو به بالایی موشک، کمی پس از پرتاب $80.0m/s^2$ است. در این حال، وزن ظاهری فضانورد با کتلۀ $76.0\ kg$ چقدر است؟ **حل:** شتاب جاذبۀ مؤثر عبارت است از $g + 80.0m/s^2$ است؛ بنابراین وزن ظاهری فضانورد قرار ذیل خواهد بود: $(89.8m/s^2)\times(76.kg) = 6824.8N$ این قوه قوه یی است که چوکی بر فضانورد وارد می کند. وقتی بدن فضانورد به صورت یک واحد کل، شتاب میگیرد، این قوۀ رو به بالا، برهمه اندام های بدن وی وارد می شود. یعنی این قوه بر استخوانبندی و اندام های داخل بدن و بر خونی که داخل رگ هایش جاری است، وارد می شود. اگر فضا نورد هنگام پرتاب به فضا در(سفینه) ایستاده باشد، ساختار استخوان بندی او آسیبی نمی بیند، زیرا استخوان ها و مفصل ها می توانند ضربات شدید را تحمل کنند و سایر اندام های داخلی را نگه دارند. ممکن است بیش از حد طوری کشیده شوند که سبب آسیب های جلدی در داخل بدن شود. افزایش وزن خون سبب می شود که خون بدن به سوی رگ های خونی پاها جریان یابد. که درنتیجه، سیاه رگ ها و رگ های مو مانند پاره می شوند. قلب نمی تواند برای به جریان انداختن خون در سیستم گردش خون فشار کافی را فراهم آورد. جریان خون به چشم ها و مغز به سرعت کاهش می یابد که به نابینایی موقتی و زوال هوشیاری می انجامد. بنابر این، فضانوردان هنگام بلند شدن سفینه و بازگشت آن، برای به حداقل رساندن تنشهای فیزیولوژیکی، به حالت خوابیده قرار میگیرند. در جنگ جهانی دوم، فضانوردان جنگنده و بمب افگنهای شکاری، اغلب هنگام از پایان شدن به نابینایی موقتی و بیهوشی دچار می شدند.

عنوان درس: (لفت**)، شمارهٔ درس: (۸)، صفحهٔ کتاب: (۱۲۲)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	لفت
۲– نتـــایج متوقعـــه **(دانشی،مهارتی و ذهنیتی)**	• دانستن میخانیکیت حرکت لفت با شتاب ثابت به بالا و پایین. • دانستن و حساب نمودن مقدار قوهٔ وارد بر شخص روی ترازوی فنری در داخل لفت. • آشنا شدن با طرز کار لفت. • استفاده از فورمول های $N = m\,(a + g)$ و $N = m\,(g - a)$ درحل سؤالات.
۳– روش های تدریس	لکچر، مناقشه، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تباشیر، تخته و تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از طرز کار پراشوت، توجه شاگردان را به درس جدید (لفت) با طرح سؤال های مانند ذیل جلب میکنیم. آیا شما لفت را می شناسید و آیا طرز کار آن را می دانید؟ آیا گفته می توانید که حرکت لفت با قانون دوم نیوتن چه ارتباط دارد؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	-به نظریه های شاگردان در مورد لفت گوش دهید و با طرح سؤال های متعدد آنها را کمک کنید تا به طرز کار و استفادهٔ لفت آشنایی حاصل نمایند. - از بحث پراشوت برای شاگردان یاد آوری کنید و هم طرز کار پراشوت را با طرز کار لفت ارتباط دهید. - شاگردان را در محاسبه و حل سؤالات با استفاده از فورمول های $N = m\,(a+g)$ و $N = m\,(g-a)$ کمک و همکاری نمایید. -از یک شاگرد بخواهید تا متن درس را بخوانند. -به سؤال های شاگردان جواب ارائه نمایید.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	نکات کلیدی درس را مختصراً تکرار نموده و با طرح سؤالات کوتاه مانند: لفت چیست و چه گونه کار می کند؟ اگر لفت با شتاب ثابت شروع به حرکت نماید چه اتفاق می افتد؟ و امثال آن درس را تحکیم بخشیده و به سؤالات اخیر شاگردان جواب دهید.
۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	شاگردان را با شیوه های مشاهده از سهم گیری در مباحثات و جریان درس و سؤالات شفاهی ارزیابی کنید.

۹- جواب به سـؤالهای درس	حل: $m = 50\,kg$ $a = 2\,m/s^2$ $N = ?$ a- $N = m\,(a+g)$ $N = 50kg\,(2+10)$ $N = 50kg \times 12$ $N = 600\,N$ b- $N = 50(g - a)$ $N = 50(10-2)$ $N = 50 \times 8$ $N = 400\ N$ c- $N = w = ma$ $N = 50\ kg \times 2\,m/s^2$ $N = 100\ N$
۱۰ معلومات اضافی	**مثال:** شکل ذیل شخصی را به کتلهٔ $72.2\,kg$ نـشان میدهـد کـه در داخـل لفـت ایـستاده است، قوهٔ عمودیی را کـه کـف لفـت در هریـک از حالـت هـای ذیـل بـه شـخص وارد میکند حساب کنید.  a- لفت ساکن است (شکل a) b- لفت باشتاب ثابت $a = +3.2\,m/s^2$ بالا میرود (شکلb) c- لفت با شتاب ثابت $a = -\ 3.2\,m/s^2$ پایین میرود (شکلc) d- طناب لفت پاره و یا کنده می شود و لفـت بـا شـتاب $a = -9.8\,m/s^2$ به طرف پایین سقوط میکند (شکلd)

e- لفت با شتاب $a = -12 m/s^2$ به طرف پایین حرکت می کند (شکل e)

حل: نظربه قانون دوم نیوتن محصلهٔ قوه های وارد برشخص برابر است با $F = N - mg$

$$ma = N - mg \Rightarrow N = m\,(g + a)$$

a- در ایـــن حالــت، لفــت ســاکن و شــتاب حرکــت صــفر اســت؛ بنــابراین:

$$N = 72.2 \times (9.8 + 0) = 708\,N$$

توجه کنید، در حالتی که لفت ساکن باشد و یا درحالتی که لفت بـا سـرعت ثابـت در حرکت باشد، شتاب صفر است و قوهٔ عمودی تکیه گاه در هر دو حالت یکسان است.

b- در این حالت داریم: $N = m(g+a) = 72.2 \times (9.8+3.2) = 938.6 = 939\,N$

به عبارهٔ دیگر اگر شخص روی ترازویـی ایـستاده باشـد، هنگـامی کـه لفـت بـا ایـن شتاب حرکت کند وزن خود را (۲۳۱N) = (۷۰۸ – ۹۳۹) بیشتر اندازه میگیرد.

c- در ایـــــن حالـــــت نوشـــــته کـــــرده مـــــی تـــــوانیم:

$$N = m(g+a) = 72.2 \times (9.8-3.2) = 476.52 = 477\,N$$

یعنی در این حالت شخص وزن خود را ۲۳۱ نیوتن کمتر اندازه میگیرد.

d- در این حالت خواهیم داشت:

$$N = m\,(g+a) = 72.2 \times (9.8-9.8) = 0$$

چون شتاب حرکت لفت با شتاب سقوط آزاد برابر اسـت ، قـوه عمـودی تکیـه گـاه صفر است. در نتیجه شخص در این حالت احساس بی وزنـی میکنـد؛ زیـرا اگـر بـه ترازو یی کـه روی آن ایـستاده اسـت نگـاه کنـد، عقربـهٔ تـرازو عـدد صـفر را نـشان میدهد.

e- در این حالت داریم: $N = m(g+a) = 72.2 \times (9.8-12) = -159\,N$

چون شتاب حرکت لفت از شتاب سقوط آزاد بیشتر است، پس سقف لفـت پـس از لحظهٔ کوتاهی به سر شخص می خورد. به عبارهٔ دیگر شخص در حال که بـه سـقف لفت چسپیده است، لفت درحال حرکت است.

عنوان درس: (مدارهای دایره یی حرکت اقمار مصنوعی**)، شمارهٔ درس: (۹)، صفحهٔ کتاب: (۱۲۴)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	مدارهای دایره یی حرکت اقمار مصنوعی.
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن بی وزنی شی و یا شخص در داخل قمر مصنوعی به دور زمین. • دانستن عمل کرد دو قوه بالای قمر مصنوعی. • استفاده از فورمول های $F = mg$ و $F = mRw^2$ در حل سؤالات. • بیان کردن سرعتها در حد نیاز برای حرکتهای دایره یی بیضه یی و فرار از زمین در حرکت اقمار مصنوعی.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک، تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	پس از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی مختصر از درس گذشته، غرض ایجاد انگیزه، توجه شاگردان را به مدار های دایره یی حرکت اقمار مصنوعی جلب کنید؛ مثلاً: خوب است از آنها بپرسید: شخصی که در داخل قمر مصنوعی قرار دارد در مورد خود چه فکر می کند؟ (او حرکت دارد یا ساکن است؟) به نظر شما کدام قوه ها بالای قمر مصنوعی که در مدار زمین حرکت می کند، وارد می گردد؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	به نظریه های شاگردان در مورد مدارهای دایره یی حرکت اقمار مصنوعی گوش دهید و آن ها را با طرح سؤال ها همکاری کنید تا به مدارهای دایره یی حرکت اقمار مصنوعی معرفت حاصل نمایند. – برای شاگردان درس گذشته(لفت) را یاد آوری کنید و هم آن را به مدار های دایره یی حرکت اقمار مصنوعی ارتباط دهید. – شاگردان را متوجه تصویر کتاب نموده و از تصاویر برای تشریح درس استفاده نمایید. – شاگردان رابا ارائهٔ مثال های زیاد کمک کنید تا قوهٔ جذب و فرار از مرکز را بدانند وهم بی وزنی شی یا شخص را در داخل قمر مصنوعی به دور زمین درک کرده بتوانند. – معلم صاحب تعریف مناسب قوهٔ جذب و فرار از مرکز را با استفاده از متن به شاگردان ارایه نماید. – با استفاده از فورمول های $F = mg$ و $F = mRw^2$ شاگردان را در حل سؤال ها کمک نمایید. – از یک شاگرد بخواهید که نکات مهم درس را بخوانند و در مورد متن درس با شاگردان سؤال و جواب نمایید.

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	نکات کلیدی درس را مختصراً تکرار نموده سؤالهای کوتاه و اساسی مانند: چرا قمر مصنوعی به دور زمین بر روی یک مسیر تقریباً دایره یی حرکت می کند؟ ویا مثلاً چرا شخصی که در داخل قمر مصنوعی قرار دارد فکر میکند که قمر مصنوعی نظربه زمین ساکن است؟ وجروبحث روی سؤالها درس را تحکیم ببخشید.
۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	شاگردان را با شیوه های مشاهده از سهم گیری آنها در جریان درس و پرسش سؤالات شفاهی ارزیابی کنید.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل نشده در متن این درس وجود ندارد
۱۰ معلومات اضافی	فازهای مهتاب: مهتاب قمر طبیعی زمین است. مهتاب از لحاظ قطر خود نظر به زمین ۴ مرتبه کوچک تر است. درنظام شمسی قمر دیگر وجود ندارد که کتلهٔ آن ۰,۰۱ ام حصهٔ کتلهٔ خود سیاره باشد. زمان یک گردش مهتاب به دور زمین نسبت به آفتاب ۲۹,۵ شبانه روز می باشد و این عبارت از وقفهٔ زمان بین دو فاز یکسان مهتاب می باشد؛ طور مثال: از یک هلال تا هلال دیگر ۲۹,۵ شبانه روز وقت را در بر می گیرد. در مهتاب طول روز تقریباً مساوی به دو هفتهٔ زمین می شود وهم چنان شب در مهتاب دوهفته طول می کشد. در شکل ذیل تبدیل فاز های مهتاب نشان داده شده است.

مهتاب بالای افق قرار دارد و در آن طرف مهتاب که توسط آفتاب روشن نشده شب بوده و در آسمان مهتاب، زمین بطور در خشان میدرخشد، که این حالت هلال مهتاب است. در دایره اول نشان داده شده است که چطور مهتاب به واسطهٔ آفتاب روشن شده است و در دایرهٔ دوم نقشه یی قرار دارد که از طرف شب زمین ، در وقت مشاهده به طرف مهتاب دیده می شود. مهتاب به دور زمین مخالف عقرب ساعت دوران میکند. بعد از دو سه روز از طرف شب زمین، قوس باریک ماه (موقعیت۲) را می بینیم.

حالا مهتاب، زمین و آفتاب مانند هلال به روی یک خط قرار ندارند. مهتاب در این وضعیت از خط بین آفتاب و زمین به طرف چپ قرار می گیرد. به همین اساس قسمت راست مهتاب که روشن شده از زمین دیده می شود. فاز های دیگر مهتاب را با استفاده از توضیحات فوق به طور مستقلانه توضیح نمایید. حالا تغییر و تبدیل فازهای مهتاب را برروی مودل نمایشی مطالعه می کنیم.

در یک اتاق تاریک شمعی را روشن کنید، یکدانه سیب یا توپی را که مهتاب را تمثیل کند در بین شمع و چشم (موقعیت در رسم) قرار دهید در این حالت شما طرف غیر روشن مهتاب را می بینید که، هلال است. بعداً دستی را که در آن توپ قرار دارد کمی به طرف چپ دور بدهید، دیده می شود که در قسمت راست توپ قوس روشن تشکیل می گردد. به همین ترتیب می تواندهمه فاز های دیگر مهتاب به همین اساس مطالعه و ملاحظه گردد. مهتاب نزدیک ترین جسم آسمانی منظومهٔ ما به زمین می باشد. فاصله از زمین تا مهتاب $384\times10^3 km$ است. در مهتاب مطالعات علمی به خوبی صورت گرفته است. به دور مهتاب ستیشن های کیهانی پرواز نموده اند. ستیشن های اتوماتیک روسیه به قوماندهٔ رادیویی از زمین به سطح مهتاب حرکت کرده، سطح مهتاب را برمه و خاک آن را برای تجزیه و تحلیل از سطح مهتاب به زمین آورده اند. کیهانوردان امریکایی به سطح مهتاب پیاده شده وحتی در آن پیاده راه رفته اند و همچنان احجار مهتاب را جمع آوری نموده جهت مطالعه به زمین آورده اند. مهتاب نظر به زمین همیشه به عین سمت واقع بوده، سمت دیگر آن هرگز از زمین دیده نمی شود؛ چون در مهتاب اتموسفیری موجود نیست بناءً صوت ها در آن وجود ندارد. مهتاب جهان سکوت و خاموشی است؛ همچنان در آنجا آب و ابری وجود ندارد. چون از سطح مهتاب اشعهٔ مهلک کیهانی عبور می نماید، بدین اساس در انجا هیچ نوع ارگانیزم زنده موجود نیست.

حل سؤال های اخیر فصل چهارم

۱- قانون های حرکت نیوتن، پدیده های حرکت وسکون، عطالت و قوه های عمل و عکس العمل را که مهم ترین قوانین حرکت شناسی در فزیک کلاسیک می باشد بیان می نماید.

۲- جواب این سؤال را از خلاصهٔ فصل چهارم گرفته می توانید.

۳- عطالت عبارت از مقاومتی است که یک جسم در مقابل هر حرکت به شمول حالت سکون از خود نشان میدهد.

۴- جواب سؤال ۴ را از خلاصهٔ فصل چهارم گرفته می توانید.

۵- جواب سؤال ۵ را از خلاصهٔ فصل چهارم گرفته می توانید.

۶- چون جادهٔ افقی که سطح آن یخبندان است دارای اصطکاک کم است، پس عطالت سبب می شود که موتر نتواند درجاده از گولایی عبور کند(دوربخورد).

۷- مثال:۱-اگر موتر روی جادهٔ افقی بدون اصطکاک حرکت کند به حرکت خود ادامه داده می رود.

۲-اگر سنگی در یک جای ساکن باشد به ساکن بودن خود تا زمانی ادامه میدهد که یک قوه بالای آن اثرکند.

۳- وقتی موتر برک میگیرد، شما در داخل موتر به پیش تیله می شوید.

۸- حل a: نظر به قانون دوم نیوتن داریم که :

$$m = 2\,kg$$
$$F = 20\,N$$
$$a = ?$$

$$F = m.a$$
$$a = \frac{F}{m} = \frac{20\,N}{2\,kg} = 10\,m/s^2$$

حل b:

$$F_2 = 30\,N$$
$$m = 2\,kg$$
$$al2 = ?$$

$$F = 30\,N.\ a = ?$$
$$a = \frac{F}{m} = \frac{30\ N}{2\,kg} = 15\,m/s^2$$

۹. می دانیم که:

$$F_1 = F_2 = F \Rightarrow \begin{matrix} F = m_1 a_1 \\ F = m_2\ a \end{matrix}\} \Rightarrow m_1\ v_1 = m_2\ v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\Rightarrow m_1 \frac{v_1}{t} = m_2 \frac{v_2}{t}$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

۱۰. چون جسم در حال سقوط است پس یگانه قوهٔ عامل، وزن جسم است که از طرف زمین وارد می شود و مقدار آن برابر است به: $F = w = mg = G\,\frac{m_1\ m_2}{r^2}$ (در رابطه، m_1 کتلهٔ جسم، m_2 کتلهٔ زمین و r فاصله بین جسم و زمین است) و عکس العمل این قوه گرفتن شتاب جسم به طرف مرکزثقل زمین است.

۱۱. زمین و اجسام دیگر، جسم های مجاور خود را به طرف خود می کشانند که این قوه راقوهٔ جاذبه می نامند، قوهٔ جاذبه میان دو کتلهٔ m_1 و m_2 با حاصل ضرب کتله ها تناسب مستقیم و با مربع فاصلهٔ بین کتله ها (r) از یکدیگر، تناسب معکوس دارد؛ یعنی: $F = w = G\,\dfrac{m_1\ m_2}{r^2}$

۱۲. نظر به قانون جاذبه داریم که:

$$m_1 = 2\ kg \qquad m_2 = 5\,kg \qquad r = \sqrt{6.67} \qquad F = ?$$

$$F = G\,\frac{m_1 \,.\, m_2}{r^2}$$

$$F = 6.67\times 10^{-11}\ \frac{2\times 5}{\sqrt{6.67}^{\,2}}$$

$$F = 10^{-10}\ N$$

۱۳. حل : نظر به اشکال سؤال میدانیم که:

$a-$

$$F + w = N$$
$$N = F + m.g$$
$$N = 50\,N + 6\,kg\times 10\frac{m}{s^2}$$
$$N = 50\ N + 60\,N = 110\,N$$

$b-$

$$N = w - F$$
$$N = m.g - F$$
$$N = 6\,kg\times 10\frac{m}{s^2} - 50\,N$$
$$N = 60\,N - 50\,N = 10\,N$$

۱۴. میدانیم که : $F = N - w = 0$ است بناً داریم که:

$$m = 10\ kg \qquad a = 2m/s^2 \qquad N = ?$$

a - $N = m(a+g)$ حرکت به طرف بالا است.

$$N = 10\,kg\,(2m/s^2 + 10m/s^2)$$
$$= 10\,kg\,(12\,m/s^2)$$
$$N = 120\ N$$

b- $N = m\ (g-a)$ حرکت به طرف پایین است.

$$= 10\,kg\ (10\,m/s^2 - 2\,m/s^2)$$
$$= 10\,kg\,(8\,m/s^2)$$
$$N = 80\ N$$

c- چون سرعت ثابت وتعجیل (a)مساوی به صفر است بناً داریم که:

$$F = N = m\ (\ g + a)$$
$$N = 10\,kg\,(10m/s^2 + 0)$$
$$N = 10\,kg\times 10m/s^2 = 100\,N$$
$$N = 100\,N$$

۱۵. – قوهٔ اصطکاک وقتی به وجود می آید که یک جسم بالای جسم دیگری حرکت نماید. قوهٔ اصطکاک بدو نوع است: اول – قوهٔ اصطکاک ستاتیکی (ساکن): جسم نسبت به سطحی که برروی آن قرار دارد، کش شده ولی تغییر موقعیت نکرده و ساکن باقی می ماند.

دوم– قوهٔ اصطکاک دینامیکی (محرکه): جسم نسبت به سطحی که برآن قرار دارد در حرکت می باشد. در این حالت، قوهٔ اصطکاک را قوهٔ اصطکاک دینامیکی (حرکی) می نامند.

۱۶. استاد محترم، قبل از حل سؤالات در کتاب درسی در متن این سؤال به عوض عبارت(۲۵ نیوتن) و کلمهٔ قوهٔ (اصطکاک) فقط (F)بنویسید، یعنی:

با قوهٔ افقی (F) کش میکنیم ولی قادر به تکان دادن آن نیستیم. قوهٔ (F) بر حسب نیوتن چه اندازه خواهد بود؟

$$m = 20\ kg$$
$$\mu_s = 0.5$$
$$F = ?$$
$$F = f_s = \mu_s\ .\ N\ \mu_s\ .\ m.g$$
$$F = 0.5 \times 20kg \times 10\ m/s^2 = 100\ N$$

۱۷. a– چون حرکت لفت به طرف بالا است؛ بناً قیمت شتاب مثبت بوده و نظر به قانون دوم نیوتن داریم که:

$$m = 5kg$$
$$a = 3\ m/s^2$$
$k = 1000\,N/m$ (ثابت فنر)

$x = ?$ (تغییر طول فنر)

$$F = m \times a$$
$$= 5\ kg \times 3m/s^2$$
$$F = 15\ N$$

وهمچنان نظر به قانون هوک می دانیم که:

$$F = k\ x \Rightarrow \times = \frac{F}{k}$$

$X = \frac{15\,N}{1000\,N/m} = 0.015m \Rightarrow$ (فنر $0.015m$طویل گردیده است)

b– چون لفت به طرف پایین حرکت میکند، قیمت شتاب منفی بوده، فنر فشرده می شود وقیمت x نیز منفی است.

پس درینصورت داریم که:

$$F = m \times a$$
$$F = 5\ kg \times (-3m/s^2 = -15\,N$$
$$F = kx \Rightarrow\ x = \frac{F}{k}$$
$$x = \frac{-15\,N}{1000\,\frac{N}{m}} =$$

$x = -0.015m \Rightarrow$ فشرده فنر $0.015m$

c- چون سرعت لفت ثابت است، پس شتاب وجود نداشته و : $F = m \,.\, a = 0$

$$F = k\,x \Rightarrow x = \frac{F}{k} = \frac{0}{k} = o$$

پس تغییر طول فنر صفر بوده، نه دراز می شود و نه فشرده.

۱۸- a- نظر به قانون دوم نیوتن داریم که:

$$m = 10\ kg$$
$$a = 3\,m/s^2$$

بدون اصطکاک $F = ?$

$$F = m \times a$$
$$F = 10\ kg \times 3\,m/s^2 = 30\,N$$

b- همچنان نظربه قانون دوم نیوتن داریم که:

$$m = 10kg$$
$$a = 3m/s^2$$
$$g = 10m/s^2$$
$$\mu_k = 0.1$$
$$F = ?$$

$$F - f_k = m.a$$
$$F = m.a + f_k$$
$$F = m.a + \mu_k\ .\ N$$
$$F = m.a + \mu_k\ .\ m.g$$
$$F = m\ (a + \mu_K\ .g)$$
$$F = 10kg\ (\ 3\frac{m}{s^2} + 0.1 \times 10\frac{m}{s^2}\ )$$
$$F = 10\ kg\ (3\ \frac{m}{s^2} + 1\ \frac{m}{s^2}\ )$$
$$F = 10kg \times 4\frac{m}{s^2} = 40\,N$$

c- قوه یی که به طرف بالا ضرورت است؛ عبارت است از:

$$N = m\ (a + g)$$
$$N = 10\ kg\ (3\,m/s^2 + 10\,m/s^2)$$
$$N = 10\ kg\ (13\ m/s^2)$$
$$N = 130\ N$$

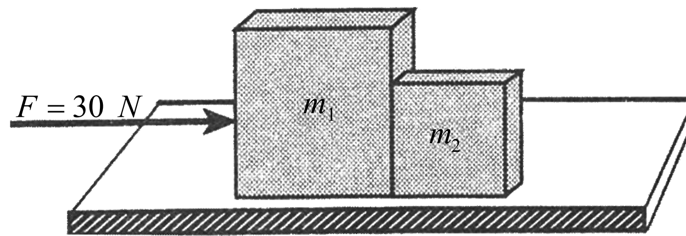
d- چون جهت حرکت روبه پایین مثبت قبول شده است بناً داریم:

$$N = m\ (g - a)$$
$$N = 10\ kg\ (10m/s^2 - 3m/s^2)$$
$$N = 10kg\ (7m/s^2)$$
$$N = 70\ N$$

۱۹- استاد محترم، جملهٔ اخیر سؤال نزدهم کتاب درسی حذف شود و در عوض آن جملهٔ (شتاب مشترک کتله ها را حساب کنید) علاوه شود. به همین ترتیب در قسمت اخیر سؤال عبارت (به حرکت در می آورد) به عبارت (حرکت شتابی در می آورد) تعویض شود

حل: شتاب مشترک کتله ها را از رابطه ذیل بدست میتوانیم:

$m_1 = 10\,kg$
$m_2 = 5\,kg$
$F = 30\,N$
$a = ?$



$$\vec{F} = (m_1 + m_2)\vec{a}$$
$$30 = (10+5)\vec{a}$$
$$30 = (15)\vec{a}$$
$$\vec{a} = \frac{30}{15} = 2\,m/s^2$$

۲۰- a- نظر به قوهٔ جاذبه بین دو جسم داریم:

کتلهٔ زمین $= 6 \times 10^{24}\ kg$

کتلهٔ مهتاب $= 7.4 \times 10^{22}\ kg$

فاصلهٔ مرکز زمین از مهتاب $= 4 \times 10^{5}\ km$

a- قوهٔ جاذبه یی را که زمین بر مهتاب وارد میکند، محاسبه کنید و بگویید که این قوه چی شتابی به مهتاب میدهد؟

b- قوهٔ جاذبهٔ مهتاب بر زمین چه اندازه است؟ و بگویید که این قوه به زمین چه مقدار شتاب میدهد؟

$$F = G\,\frac{M_m \times M_e}{R^2}$$
$$F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{7.4\times10^{22} \times 6\times10^{24}}{(4\times10^{8})^2}$$
$$F = \frac{6.67\times7.4\times6\times10^{35}}{16\times16^{16}}$$
$$= \frac{296.148}{16} \times \frac{10^{35}}{10^{16}}$$
$$= 18.50 \times 10^{19}$$
$F = 1.85 \times 10^{20}\ N \Rightarrow$ (قوهٔ جاذبه یی که زمین بر مهتاب وارد میکند)

قوهٔ $F = F_1 = F_2$ با هم مساوی اند.

- شتابی را که زمین بر مهتاب وارد میکند:

$$a_1 = \frac{F}{Mm} = \frac{1.85 \times 10^{20}}{7.4 \times 10^{22}}$$
$$a_1 = 0.25 \times 10^{-2} = 2.5 \times 10^{-3}\ m/s^2$$

b- قرار قانون جاذبه (قانون سوم نیوتن) قوه های عمل و عکس العمل آنها باهم مساوی است؛ بناً قوهٔ جاذبه مهتاب برزمین نیز به همین منوال می باشد. $F_2 = F_1 = 1.85\times10^{20}\,N$

شتابی که مهتاب به زمین میدهد چنین بدست می آید:

$$a_2 = \frac{F}{Me}$$
$$a_2 = \frac{1.85 \times 10^{20}\ N}{6 \times 10^{24}\ kg} = 0.308 \times 10^{20} \times 10^{-24}\ \frac{m}{s^2}$$
$$a_2 = 0.308 \times 10^{-4}\ \frac{m}{s^2} = 3.08 \times 10^{-5}\ \frac{m}{s^2}$$

فصل پنجم

کار، انرژی میخانیکی و طاقت

نگاه عمومی فصل

شاگردان در صنوف قبلی با مفهوم کار، انرژی و استفاده از مفهوم توان در حیات روزمره آشنا شده اند. در این فصل شاگردان با تفصیل بیشتری با مفهوم کار و ارتباط آن با انرژی آشنایی حاصل می نمایند و باور حاصل میکنند که کار و انرژی از بحث های مهم فزیک است و تسلط بر آن، درک بهتری از فزیک را فراهم میکند.

هدف عمدهٔ محتویات این فصل اینست که شاگردان باید با واژه های کار ، انرژی حرکی، انرژی پتانشیل و توان آشنایی حاصل نمایند و در شرایط معین تشخیص دهند که کار انجام شده برابر صفر است، مثبت است و یا منفی است. در این فصل معلم به شاگردان راجع به کار و انرژی به طور مقدمه توضیح دهد که: در زمان های بسیار قدیم بشر حیوانات را اهلی کرده و آنها را در انجام کار های دشوار مورد استفاده قرار داد. با اختراع ماشین های پیچیده ، توانایی بشر در انجام کار های گوناگون، به طرز شگفت آوری افزایش یافت. در صورت عدم دسترسی به انرژی، پیشرفت تمدن به کندی میگراید. کار و انرژی در دنیایی که در آن زنده گی میکنیم، باهم ارتباط تنگاتنگ دارند. در این فصل با مفهوم کار و انرژی آشنا می شویم، بدین ترتیب می توانیم آنها را در جهان تکنالوژی زیادتر بشناسیم و مورد استفاده قرار دهیم.

روش های تدریس

لکچر، مباحثه و گفتگو، کار گروپی و جوره یی، تجارب لابراتواری، سؤال وجواب.

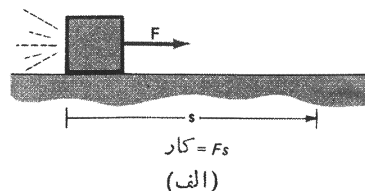
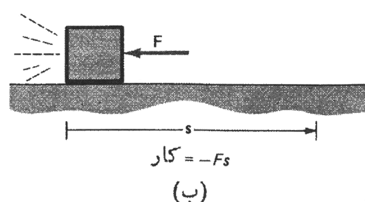
محتویات این فصل در ۷ ساعت درسی جابجا شده که جدول ذیل ساعت ها و عناوین را معرفی میکند.

عنوان فصل	عنوان های درس	تعداد ساعات درسی
کار، انرژی میخانیکی و طاقت	کار، انرژی میخانیکی و طاقت- کاریکه توسط قوهٔ ثابت اجرا میشود.	۱
	کار و انرژی حرکی	۱
	کار و انرژی پتانشیل	۱
	کاریکه بوسیلهٔ فنر بالای کتله انجام میشود - کاریکه بوسیلهٔ گاز با فشار ثابت بالای پستون اجرا می شود.	۱
	قوه های تحفظی و غیر تحفظی	۱
	تحفظ انرژی میخانیکی	۱
	کار انجام شده توسط قوه های غیر تحفظی - توان (طاقت)	۱

عنوان درس: (کار، انرژی میخانیکی وطاقت**)، شمارهٔ درس: (۱)، صفحهٔ کتاب: (۱۳۰)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	کاریکه توسط قوهٔ ثابت اجرا می شود.
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم کار وتعریف نمودن آن وبیان نمودن عوامل موجود در این معادله ها. • آموختن معادله های کار • محاسبه نمودن کاری را که یک قوه برای تغییر موقعیت یک جسم انجام می دهد. • دانستن واحد های کار در سیستم های (SI) و سیستم انگلیسی. • باور حاصل نمودن به اهمیت کار، انرژی و طاقت در زنده گی روزمره.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، کار گروپی و کار روی تخته.
۴- مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک، تباشیر، یک توته کاغذ
۵- قـــــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، جهت ایجاد انگیزه از یکی از شاگردان بخواهید که تخته را پاک کند، و از شاگرد دیگر تقاضا کنید که کاغذ یکه در روی صنف افتاده بردارد و در باتله دانی بیندازد. به شاگردان بگویید شما دیدید که یک همصنفی تان تخته را پاک کرد و صنفی دیگرتان کاغذ را از روی صنف برداشت و در باتله دانی انداخت، پس در حقیقت همصنفان تان چه کردند؟ حتماً شاگردان در پاسخ می گویند که آنها کار را انجام دادند. در ادامهٔ سخنان شاگردان موضوع درس امروزی را که کار است به آنها معرفی کنید.
۶- فعالیـــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	به طور مقدمهٔ درس به شاگردان صفحهٔ ۱۳۰ کتاب را تشریح نمایید. به آنها توضیح دهید تا بدانند که مفاهیم کار چیست؟ کاریکه توسط قوهٔ ثابت اجرا میشود چگونه است؟ و چطور می توان کار را از نگاه فزیک بررسی کرد؟ از موضوعاتی است که در درس امروزی بالای آن بحث می کنیم. ابتدا شاگردان را به جوره ها تنظیم نمایید و به آنها بگویید؛ کار های را که در محیط و اطرف خود مشاهده می کنند و یا روزانه به آنها مواجه می شوند یاد داشت نمایند. به شاگردان وقت دهید که کار ها را یاد داشت نمایند و بعد از آنها بخواهید تا یاد داشت های خود را به صنف گزارش دهند؛ اکنون تمام شاگردان را به گروپ ها تنظیم نموده از هر گروپ بخواهید تا بدانند که در انجام دادن این کار ها چه خصوصیات و عنصرهای مشترکی وجود دارد؟ شاگردان این سؤال را در گروپ های خود به بحث بگذارند و در اخیر از نتایج مباحثات شان نمایندهٔ هر گروپ به صنف گزارش دهد. - به شاگردان توضیح دهید که با توجه به فعالیتی که آنها انجام داده اند، در هرکاری که انجام می شود دو عمل مشترک وجود دارد:

	۱- به اجسام قوه وارد می شود. ۲- بر اثرا عمال قوه به اجسام، آنها تغییر حالت و موقعیت میکنند. بعد با نشان دادن شکل های (۱-۵) و (۲-۵) درس را با یاد آوری واحدهای اندازه گیری کار در سیستم های SI و سیستم انگلیسی تشریح نمایید. - شاگردان را به گروپ ها تنظیم نمایید و از آنها بخواهید که رابطهٔ (۴) را به کمک اعضای گروپ به اثبات بر سانند. در جریان کار در فعالیت شاگردان را همکاری کنید و در آخر کار از نمایندهٔ یکی از گروپ ها بخواهید تا روی تخته آمده کار کرد خویش را به صنف تشریح نماید. - مثال حل شدهٔ درس را از یک شاگرد که کمتر در فعالیت ها سهم گرفته باشد بخواهید تا روی تخته آمده آنرا حل نماید. - شاگردان را بازهم به گروپ ها تنظیم نمایید تا سؤال دومی درس را با استفاده از شکل آن با مشوره با اعضای گروپ خود حل نمایند. در جریان فعالیت شاگردان را همکاری نمایید . در اخیر فعالیت از دو تن از نماینده های گروپ ها بخواهید تا روی تخته آمده از کار کرد های گروپ خود گزارش دهند. - مثال های صفحه های ۱۳۳ و ۱۳۴ کتاب را توسط شاگردان به روی تخته حل نمایید و تمرینکه در اخیر درس آمده برای آنها کار خانه گی بدهید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	بخاطر اینکه درس خود را تحکیم داده باشید، نکات عمدهٔ درس را به طور خلاصه تشریح و سؤالاتی مرتبط با اهداف درس را مطرح و با شاگردان بحث نمایید.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	چون درس شما دارای کارهای عملی زیاد است می توانید با استفاده از چک لست درس خویش را ارزیابی نمایید.
۹- جواب به سؤالهای متن درس	حل سؤال اول صفحهٔ (۱۳۲) کتاب: $1\,Joul = 10^7\,erg = 0.7376\,ft \times Lb ....(4)$ $1\,Joul = 1N \times 1m = ?\,Lb\,.\,?\,ft$ $1\,Joul = 0.2247\,Lb \times 3.28\,ft = 0.737\,Lb \times ft$ حل سؤال دوم صفحه (۱۳۲)کتاب: اولاً عبارت این سؤال این طور تصحیح شود: (به اندازه $0.5m$ تغییرمکان دهد). $F = 30N$ $d = 0.5m$ $w = ?$ $w = F \times d = (30\,N)\,(0.5m) = 15\,J$ $w = 15\,J$ حل تمرین مربوط به صفحهٔ (۱۳۴) کتاب. حل جزء a: F کارقوهٔ $= W = m.a.d$ حل جزء b: کار قوهٔ اصطکاک $= W_{fr} = F_{fr} \times d$

$W_{fr} = \mu k . N . d$ $= \mu k \times (mg).d$ $W_{fr} = 9.8 m.\mu k.d$ حل جزء c: کار قوۀ اصطکاک = کارقوۀ عکس العمل کار قوۀ عکس العمل $= W' = 9.8 m. \mu k.d$ حل جزء d: کار قوۀ وزن $= mg.h$ چون $h = 0$ است پس: $W_w = mg.0$ $W_w = 0$ حل جزء e: مطابق شکل، $W = F \times d - F_{fr}$ (کار محصلۀ قوه ها) $F_{fr} = \mu k \, . \, N = \mu k .mg = 9.8 \, \mu k .m$ پس: $W = F \times d - 9.8 \, \mu k.m$ چون قوه ثابت است، پس حرکت شتابی نبوده و کار انجام شده محض همان کار قوۀ اصطکاکی است که چنین محاسبه می شود: $W = F \times d - 9.8 \, \mu k.m = m.a \times d - 9.8 \, \mu k \, .m$ چون شتاب صفر است پس : $W = m \times 0 \times d - 9.8 \, \mu k .m$ ویا $W = - 9.8 \, \mu k .m$ چون کار برخلاف قوه اجرا می شود قیمت آن منفی است.	
کار مثبت و منفی: کار کمیت و کتوری نیست، بلکه کمیت اسکالر یست. هر چند که قوه و تغییر موقعیت، کمیت های وکتوری اند؛ ولی برای حاصل ضرب آنها که همان کار است جهتی قایل نیستیم. با وجود این، کاری که یک قوه انجام میدهد می تواند مثبت یا منفی باشد. در شکل ذیل قوۀ F روی جسم کار انجام میدهد، اما مقدار کار انجام شده در شکل (الف) با مقدار کار انجام شده در شکل (ب) کاملاً متفاوت است. درشکل الف جهت قوه در همان جهت حرکت است، بنابراین داریم. $W = F .S$  (الف)  (ب)	**۱۰ معلومات اضافی**

اگر زاویه بین F و S صفر باشد، داریم که:

$$W = F.S\cos\theta = F.s\cos 0^\circ = F.S$$

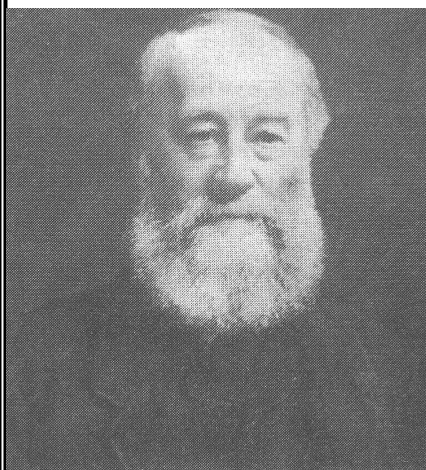
در شکل (ب) همان نتیجهٔ شکل (الف) بدست نمی آید. در اینجا می بینیم قوه یی که در جهت منفی وارد می شود جسم متحرک را متوقف میکند. در این صورت، می نویسیم که:

$$W = F.\,S = (-F).S = -\,F.S$$

نظربه دانسته های قبلی می توان نوشت:

$$W = F.S\cos\theta = F.S\ \cos 180^\circ = F.S\ (-1) = -\,F.S$$

در این حالت، همان طور که دیده می شود، قوه کار منفی انجام میدهد. ظاهراً هنگامیکه قوه و تغییر موقعیت در جهات مخالف باشند، کار همیشه منفی خواهد بود. حساسیت ما نسبت به این اختلاف علامت از آن است که اثرات کار مثبت و منفی ، خیلی باهم متفاوت اند، به طور مثال: هنگامیکه موتری را در جهت حرکتش تیله می کنیم سرعت آن را افزایش میدهیم و در این حالت ، کار انجام شده مثبت است؛ اما، اگر موتر را در خلاف جهت حرکت تیله کنیم، سرعت موتر را کم می کنیم و آن را از حرکت باز می داریم یعنی کار منفی می کوشد حرکت را متوقف کند.



جیمز پرسکات ژول(۱۸۱۸– ۱۸۸۹) فزیکدان انگلیسی به طور تجربی ثابت کرد که حرارت شکلی از انرژی میخانیکی است، وی اولین اندازه گیری مستقیم معادل میخانیکی درجهٔ حرارت را انجام داد. ژول با یک سلسله آزمایشهای دقیق میخانیکی، حرارتی، والکتریکی قانون عمومی تحفظ انرژی را به طور تجربی ثابت کرد.

عنوان درس: (کار و انرژی حرکی**)، شمارهٔ درس: (۲)، صفحهٔ کتاب: (۱۳۴)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	کار و انرژی حرکی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• پی بردن به مفهوم انرژی حرکی • مهارت بدست آوردن رابطه و حل سؤال مفهومی درس قضیهٔ کار و انرژی. • کسب مهارت برای حل مثالها و تمرینهای درس با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی
۳– روش های تدریس	لکچر، جرو بحث، سؤال و جواب، کار جوره یی.
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک ، تباشیر و یکدانه توپ
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان، بخاطر ایجاد انگیزه از آنان بپرسید: هنگامیکه یک توپ را به طرف بالا پرتاب می کنیم چرا سرعت توپ به تدریج کاهش می یابد؟ شما می توانید عملاً یک توپ را به طرف بالا پرتاپ کنید و به شاگردان نشان دهید. نظریات شاگردان را بشنوید و اشتباهات شان را رفع نموده و گفته های آنها را تکمیل نمایید.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– شاگردان را به جوره ها تنظیم نمایید و به ایشان وظیفه دهید که مثال های دیگری را که در مورد تغییر انرژی حرکی اجسام در اطراف خود می بینند نزد خود یاد داشت نموده و به همصنفان خود گزارش دهند. – جهت بررسی بهتر رابطه بین کار و انرژی حرکی، شکل (۶–۵) را روی تخته رسم کرده و موضوع درس را به طور مفصل تشریح نمایید. – اکنون شاگردان را به جوره ها تنظیم نمایید و سؤال مفهومی صفحهٔ ۱۳۶ را به ایشان داده تا روی حل اجزای a و b آن جرو بحث نمایند و سپس از دو شاگرد بخواهید تا پیشروی تخته آمده روی نحوهٔ حل اجزای سؤال روشنی بیندازند. – از دو شاگرد که کمی در مضمون ضعیف باشند بخواهید تا مثال های حل شده را بالای تخته حل نمایند. – در صورت داشتن وقت از دو شاگرد بخواهید تا روی تخته آمده تمرینهای مربوط درس را حل و تشریح نمایند، در ضمن شما هم شاگردان را همکاری نمایید.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	جهت تحکیم درس، نکات عمدهٔ درس را به طور خلاصه تشریح نمایید و همچنان سؤالات مرتبط با اهداف درس را مطرح و با شاگردان بحث نمایید.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	جهت ارزیابی درس می توانید از چک لست و سؤالات کوتاه و اساسی استفاده نمایید.

۹- جواب به سؤالهای درس

حل سؤال مفهومی صفحهٔ (۱۳۶) کتاب:

جزء a:

$$m' = 2m \Rightarrow K_{E'} = \frac{1}{2}m'v^2$$

$$K_{E'} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$$

جزء b:

$$v' = 2v \Rightarrow K_E = \frac{mv'^2}{2} = \frac{m(2v)^2}{2} = \frac{m4v^2}{2} = 2mv^2$$

حل تمرین اول صفحهٔ (۱۳۶) کتاب:

$$\left.\begin{array}{l} m = 1T = 1000kg \\ v_1 = 36\ km/h \\ \mu_k = 0.5 \\ d = ?\ (v_2 = 0) \\ g = 10m/s^2 \end{array}\right\}$$

به موتر قوهٔ وزن، قوهٔ عمودی تکیه گاه و قوهٔ اصطکاک وارد میشود. کار قوهٔ وزن (mg)و قوهٔ عمودی تکیه گاه (N) چون به مسیر حرکت عمود و مقابل یکدیگر قرار دارند و محصلهٔ آنها صفر است، ولی کار قوهٔ اصطکاک برابر است با:

$$w_f = F_k \times d\cos\theta = \mu_k \times mg \times d \times \cos 180^\circ$$

زیرا قوهٔ اصطکاک در خلاف جهت حرکت و $\theta = 180^\circ$ است.

$$w_f = 0.5 \times 1000 \times 10m/s2 \times d \times (-1) = -5000d$$

کار $w = w_f + w_{mg} + w_N = -5000d + 0 = -5000d$

$$v_1 = 36\frac{km}{h} = \frac{36 \times 1000m}{3600\quad s} = \frac{36000}{3600} = 10\ \frac{m}{s}$$

با توجه به قضیهٔ کار وانرژی تغییرات انرژی حرکی برابر است با جمع الجبری کارهای انجام شده.

$$w = K_2 - K_1$$

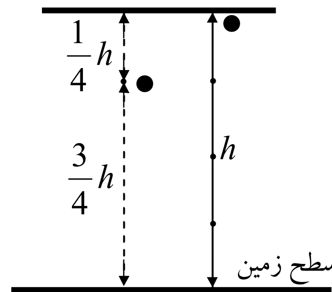
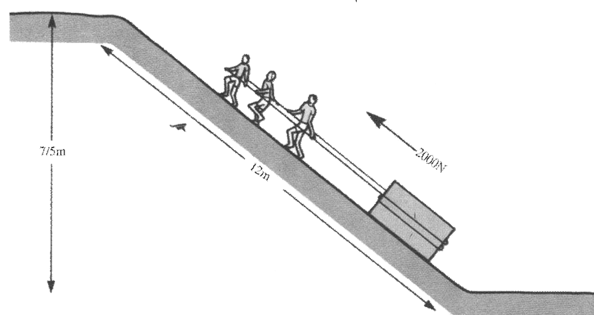
$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}1000\,(0)^2 = 0$$

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}1000\,(10)^2 = \frac{1}{2}1000 \times 100 = \frac{1}{2} \times 100000 = \frac{100000}{2} = 50000J$$

مسافت طی شده تاتوقف برابر است با:

$$-5000d = 50000$$

$$d = \frac{50000}{5000} = 10\ m$$

حل تمرین دوم صفحهٔ (۱۳۶) کتاب: از قانون تحفظ انرژی میخانیکی و استفاده از قضیهٔ کار و انرژی می توان نوشت: $$mgh+\frac{1}{2}mv_0^2=mg(\frac{3}{4})h+\frac{1}{2}mv^2$$ چون $v_0=0$ است، پس: $$\not{m}gh+0=\frac{3}{4}\not{m}gh+\frac{1}{2}\not{m}v^2$$  $$gh-\frac{3}{4}gh=\frac{v^2}{2}$$ $$\frac{1}{4}gh=\frac{v^2}{2}\Rightarrow v^2=\frac{2gh}{4}=\frac{gh}{2}$$ $$v^2=\frac{10m/s^2}{2}h=5h\,m/s^2$$ $$v=\sqrt{5m/s^2\cdot h}$$ **حل تمرین سوم صفحهٔ(۱۳۶)کتاب:** $$w=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{mv_2^2}{2}-\frac{mv_1^2}{2}$$ $$w=\frac{m}{2}(v_2^2-v_1^2)=\frac{10^3}{2}(900-400)=500(500)$$ $$w=25\times10^4\ J$$	
کار زمانی انجام می شود که قوه یی یک جسم را به حرکت در آورد: بالابردن یک بلوک از یک سطح نشیبدار، احتیاج به انرژی دارد. اگر افرادی یک بلوک را از سطحی نشیبدار بالا ببرند، انرژی حاصل از مواد غذایی موجود در بدن آنها به بالا بردن جسم کمک میکند. این انرژی، انرژی پتانشیل است. بعضی از انرژی های کیمیاوی، هنگام بالابردن بلوک، به انرژی جاذبوی تبدیل می شوند. زمانیکه بلوک حرکت میکند، قوه برآن وارد میشود و می گوییم که کار انجام شده است. این معنی علمی واژه «کار»است. کار زمانی انجام می شود که قوه جسمی را به حرکت درآورد.  	**۱۰ معلومات اضافی**

برای توضیح بیشتر متن درس باید دانست که کار در حقیقت انتقال انرژی است و بر حسب ژول اندازه گیری میشود. اندازه گیری مقدار کار انجام شده آسان است.

فاصلهٔ پیموده شده در جهت قوه × قوه وارده = کار انجام شده

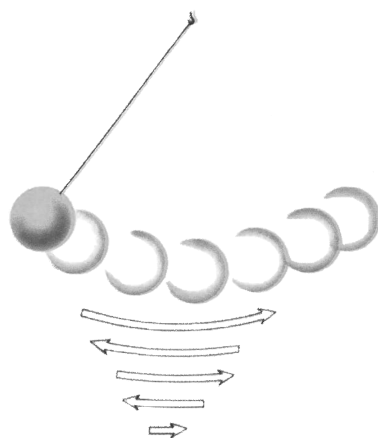
در شکل فوق قوهٔ به کار گرفته شده، برابر به $2000\,N$ است و بلوک فاصلهٔ $12\,m$ را طی کرده است؛ پس کار انجام شده برابر است با $2000\,N \times 12\,m$ که ۲۴۰۰۰ نیوتن متر می شود. نیوتن متر معمولاً ژول خوانده می شود؛ پس کار انجام شده در زمان کشیدن بلوک بر سطح نشیبدار، معادل ۲۴۰۰۰ ژول است که با J نشان داده میشود.

انرژی میخانیکی دو شکل عمده دارد:

۱- انرژی پتانشیل انرژی ذخیره شده است. هر چیز یکه ذخیرهٔ انرژی داشته باشد، دارای انرژی پتانشیل است. یک رقاصهٔ آویزان نیز دارای انرژی پتانشیل است. انرژی جاذبه یی انرژی پتانشیل است. زمانیکه رقاصه از یک طرف نقطهٔ تعادلش سقوط میکند، انرژی پتانشیل خود را از دست میدهد و انرژی پتانشیل به انرژی حرکی تبدیل میشود. در نقطهٔ پایین نوسان، تمام انرژی پتانشیلی را که در نقطهٔ بالای نوسان داشته است، از دست می دهد، و زمانی که به طرف دیگر بالا میرود، دوباره انرژی پتانشیل را به دست می آورد.

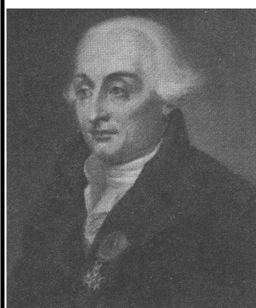
رقاصه در نهایت از حرکت باز می ایستد و ثابت می شود که تمام انرژی پتانشیل به هوا داده میشود و این انرژی در محیط پخش می شود.

۲- انرژی حرکی انرژی حرکت است. یک رقاصه در حال نوسان دارای انرژی حرکی است. در نقطهٔ پایین نوسان، بیشترین انرژی حرکی را دارد؛ زیرا زمانی است که بالاترین سرعت را دارد. زمانی که به بالاترین نقطهٔ طرف دیگر میرسد، انرژی حرکی به انرژی پتانشیل تبدیل میشود. در بالاترین نقطهٔ نوسان انرژی حرکی آن صفر است. زمانیکه رقاصه در حال نوسان است، با مولیکول های هوا بر خورد میکند. مولیکول های هوا انرژی آن را میگیرند و رقاصه سرعت خود را از دست میدهد و در نتیجه بعد از هر نوسان رقاصه کمتر بالا میرود.

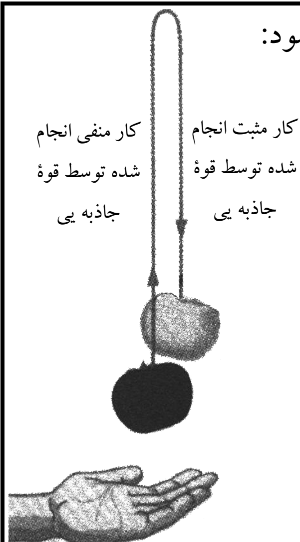


عنوان درس: (کار و انرژی پتانشیل**)، شمارهٔ درس: (۳)، صفحهٔ کتاب: (۱۳۷)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	کار و انرژی پتانشیل
۲- نتـــایج متوقعـــه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• فهمیدن مفهوم رابطه بین کار و انرژی پتانشیل. • تعریف نمودن انرژی پتانشیل. • تعریف نمودن انرژی پتانشیل جاذبه یی. • دانستن اینکه به کدام صورت ها انرژی پتانشیل در جسم ذخیره میشود.
۳- روش های تدریس	لکچر، کارگروپی، سؤال و جواب، کارعملی بالای تخته و جروبحث
۴- مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک و تباشیر
۵- قـــــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، به طور مقدمه از درس گذشته یاد آوری نموده و جهت ایجاد انگیزه از شاگردان سؤال نمایید که : رابطه بین کار و انرژی پتانشیل چگونه است؟
۶- فعالیــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	- نظریات شاگردان را بشنوید و بعداً جهت وضاحت درس، شکل (۷-۵) کتاب را بالای تخته رسم نمایید و درس را به طور مفصل تشریح نمایید. - شاگردان را به گروپ ها تنظیم نموده و به ایشان وظیفه دهید که با استفاده از شکل (۸-۵)، کارقوهٔ جاذبه را بدست آورند. در ختم کار گروپی نماینده های هر گروپ کار کرد های خود را به همصفان خود گزارش دهند. - بعد از ختم فعالیت و ارائهٔ گزارش های کاری بار دیگر شاگردان را به گروپ ها تنظیم و فعالیتیرا که درصفحهٔ ۱۳۸ آمده به ایشان بدهید تا جدول را تکمیل کنند و در اخیر کار؛ مانند قبل کار کرد های شان را به همصنفی های خود گزارش دهند. - شکل (۹-۵) را بالای تخته ترسیم نمایید و با استفاده از شکل، مثالی را که در اخیر درس آمده روی تخته به شاگردان حل نمایید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم بخشیدن درس، سؤالات مرتبط با اهداف درس را با شاگردان مطرح و بحث نمایید تا آموزش بطور مؤثر صورت بگیرد.
۸- ارزیـــابی و خـــتم درس (۵ دقیقه)	چون در این درس فعالیت های شاگردان زیاد است، می توانید بیشتر از چک لست تهیه شده برای ارزیابی درس تان استفاده نمایید.

۹- جواب به سـؤالهای درس	جواب قسمت بحث کنید صفحهٔ (۱۳۷)کتاب: چون: $u = w_p = mg \times h$ $h = d$ پس: $w = mg \times d$ چون جهت های قوهٔ وارده (F_{ext})وتغییر مکان جسم هم جهت اند؛ لذا زاویه بین شان صفر می باشد. حل تمرین صفحهٔ (۱۳۸) کتاب: (مثال به تمرین تبدیل شود). جزء a: $U_{E1} = m.gh_1 = 10^3 kg \times 10\frac{m}{s^2} \times 15\ m = 150000 = 1.5\times10^5 J$ جزء b: $U_{E2} = mgh_2 = 10^3\ kg \times 10\frac{m}{s^2} \times 10m = 10^5\ J$
۱۰ معلومات اضافی	ژوزف لویی کُنت لاگرانژ (۱۷۳۶-۱۸۱۳) ریاضیدان و ستاره شناس نظری فرانسوی در رسالهٔ ریاضی برجستهٔ خود، بخش میخانیک تحلیلی نیوتن را به زبان ریاضی پیشرفته فرمول بندی و تعریف کلی انرژی پتانشیل را ارائهٔ کرد. لاگرانژ به سبب محاسبهٔ حرکت سیاره ها و نقش مؤثرش در پذیرش سیستم واحد های متر یک شهرت دارد.  **انرژی پتانشیل** انرژی وابسته به وضعیت نسبی و پیکر بندی در یک سیستم، عبارت از انرژی پتانشیل است. انرژی پتانشیل را فقط برای قوه های ثابت (پایدار) می توان تعریف کرد، به قوه های غیر ثابت (مثل قوهٔ اصطکاک) نمی توانیم انرژی پتانشیل را نسبت دهیم. مجموع انرژی حرکی و پتانشیل را انرژی میخانیکی می نامیم. $M_E = K_E + U_E$ ذره یی که فقط تحت تأثیر قوهٔ ثابت است، همواره مجموع انرژی حرکی و پتانشیلش ثابت است که این خود بیان تحفظ انرژی میخانیکی است. جهت و ضاحت بیشتر موضوع می توانید به شاگردان یک مثال ساده یی را ارائه نمایید. فرض کنید یک سیب را روبه بالا پرتاب میکنیم (مطابق شکل). از قبل می دانیم که در هنگام بالا رفتن کار انجام شده روی سیب (Wg) توسط قوهٔ جاذبه یی منفی است، زیرا این قوه انرژی را از انرژی حرکی سیب میگیرد. اکنون می توانیم بگوییم که این انرژی توسط قوهٔ جاذبه یی به انرژی پتانشیل جاذبه یی سیب تبدیل و به کرهٔ زمین منتقل شده است. حرکت سیب روبه بالا آرام می شود و پس از توقف، به دلیل قوهٔ جاذبوی وارد برآن، شروع به سقوط

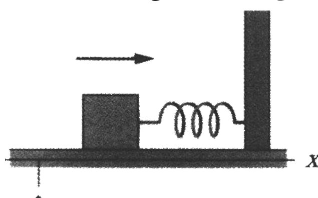
رو به پایین میکند. در حین سقوط انتقال انرژی برعکس می شود:



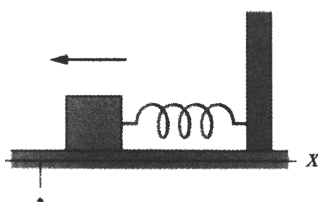
اکنون کار (Wg) انجام شده توسط قوهٔ جاذبوی برروی سیب مثبت است و این قوه، انرژی را از انرژی پتانشیل جاذبوی کرهٔ زمین به انرژی جاذبوی سیب منتقل میکند. در حین بالا رفتن و پایین آمدن، تغییر ΔU انرژی پتانشیل جاذبوی برابر با منفی کار انجام شده توسط قوهٔ جاذبوی روی سیب، تعریف می شود. با استفاده از سمبول عمومی w برای کار، این تعریف را چنین می نویسیم: $\Delta U = - w$

شرح شکل: یک سیب به طرف بالا پرتاب شده است. تا هنگامیکه بالا میرود، قوهٔ جاذبه یی روی آن کار منفی انجام میدهد و انرژی حرکی آن را کاهش میدهد. وقتی سیب پایین می آید، قوهٔ جاذبه یی روی آن کار مثبت انجام میدهد و انرژی حرکی آن را افزایش می دهد.

معادلهٔ $\Delta U = - w$ برای کتله –فنر، (مانند شکل) نیز بر قرار است. اگر کتله یی را که در فنر نصب است به سمت راست کش نماییم، قوهٔ فنر به سمت چپ برآن اثر میکند و بنابراین روی کتلهٔ جسم کار منفی انجام میدهد و انرژی را از انرژی حرکی جسم میگیرد و آن را به انرژی پتانشیل ارتجاعی دستگاه کتله –فنر تبدیل میکند، حرکت کتله آهسته و سر انجام متوقف می شود و آنگاه به دلیل آن که قوهٔ فنر کماکان به طرف چپ است، شروع به حرکت به طرف چپ میکند. بنابراین اکنون تبدیل انرژی برعکس شده است و انرژی پتانشیل دستگاه کتله- فنر به انرژی حرکی کتله تبدیل میشود.



شرح شکل: کتله یی که به یک فنر متصل شده است در ابتدا که به حالت سکون $x = 0$ قرار دارد، به طرف راست حرکت داده می شود.



الف: وقتی کتله به طرف راست حرکت کند (همان گونه که توسط تیر نشان داده شده است)، قوهٔ فنر روی آن کار منفی انجام میدهد.

ب: وقتی که کتله به طرف $x = 0$ برمی گردد، آنگاه قوهٔ فنر روی آن کار مثبت انجام میدهد.

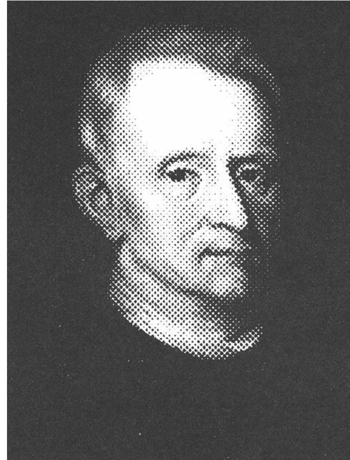
عنوان درس: (کاریکه بوسیلهٔ فنر بالای کتله انجام میشود)، **شمارهٔ درس:** (۴)، **صفحهٔ کتاب:** (۱۳۸)، **وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	کاریکه بوسیلهٔ فنر بالای کتله انجام میشود. کاریکه بوسیلهٔ گاز با فشار ثابت بالای پستون اجرا میشود.
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• فهمیدن و بررسی نمودن چگونگی کاریکه توسط یک فنر بالای یک کتله انجام میشود. • دانستن مفهوم انرژی پتانشیل فنر. • دانستن چگونه گی کار بوسیلهٔ گاز بالای پستون. • بدست آوردن رابطهٔ کاریکه بالای پستون اجرا می شود.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب ، کارعملی بالای تخته، نمایش
۴– مواد ممد درسی	فنر نصب شده روی تخته، تخته پاک ، تباشیر، پستون یا مودل آن و منبع حرارت.
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی با شاگردان و تنظیم صنف، به طور مقدمه یادآوری کوتاه از درس گذشته نمایید و علاوه کنید که در موضوع درس امروز به بحث روی چگونه گی کاریکه بوسیلهٔ فنر بالای کتلهٔ انجام میشود و همچنان کاریکه بوسیله گاز با فشار ثابت بالای پستون اجرا میشود خواهیم پرداخت.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- فنر نصب شده روی تخته را به شاگردان نشان دهید. فنر را مطابق شکل (۱۰-۵)، ابتدا با شکل نمایش داده و بعداً مطابق به شکل b فنر را کش نمایید و در آخر به شکل c فنر را فشرده سازید. - با اجرا نمودن عمل های فوق درس را به شاگردان به طور واضح بالای تخته توضیح وتشریح نمایید. اگر پستون موجود باشد خوب و در غیر آن مودل آنرا که تجربه بالای آن اجرا شود به شاگردان نمایش دهید و بعداً با استفاده از شکل (ب ۱۱-۵) درس را به شاگردان تشریح و توضیح دهید، در اخیر نتیجهٔ بدست آمده را برای شان معرفی نمایید. یکی از شاگردان را روی تخته بخواهیدتا مثال حل شدهٔ صفحهٔ ۱۳۹ کتاب را بالای تخته حل و در ضمن تشریح نماید.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	جهت تحکیم درس نکات عمدهٔ درس را روی تخته نوشته و به طور خلاصه تشریح نمایید و سؤالات مرتبط با اهداف درس را مطرح و با شاگردان بحث نمایید.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	با طرح چند سؤال از شاگردان، درس خویش را ارزیابی نمایید. در جریان درس هم می توانید درس خویش را ارزیابی و نتایج را درج چک لست نمایید.

۹- جواب به سـؤالهای درس

سؤال حل ناشده در درس موجود نیست.

۱۰ معلومات اضافی


رابرت هوک

رابطـهٔ $\overrightarrow{F_X} = -KX$ بـه یـاد رابـرت هـوک دانشمند انگلیسی سـالهای ۱۶۰۰ مـیلادی، بـه نـام قانون هوک نامیده شده است.

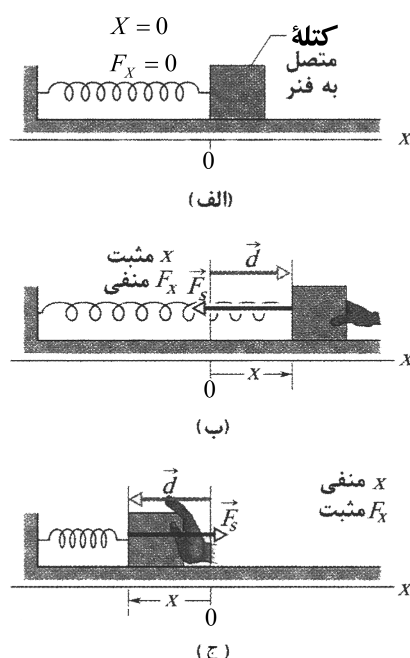
علامهٔ منفی در معادله نشان میدهد که جهت قـوهٔ فنر همواره در سوی مخالف جهت تغییر موقعیت سر آزاد فنر است. ثابت K ، ثابـت فنـر (یـا ثابـت قوه) نامیده میشود و معیاری از سختی فنر است.

هر چه K بزرگتر باشد، سختی فنر بیشتر اسـت، یعنـی بـرای یـک تغییـر موقعیـت معـین، کشیدن یا فشردن فنـری بـا ضـریب بزرگتـر K دشـوارتر اسـت. واحـد K در سیـستم SI نیوتن بر متر است.

در شکل ذیل محور x موازی باطول فنر بـه گونـه یـی قـرار داده شـده اسـت کـه فنـر در حالت سکون قرار دارد.

در معادلهٔ $F_x = -KX$ که بنام قانون هوک یاد می شود، اگر x مثبت باشـد (فنـر روی محور x رو به سمت راست بـاز شـده اسـت)، در ایـن صـورت F_x منفـی اسـت (جـذب یاکش رو به طرف سمت چپ است) اگر x منفی باشـد (فنـر رو بـه سـمت چـپ فـشرده شده است)، آنگاه F_x مثبت است (دفع به طرف سمت راست است).

توجه کنید که قوهٔ فنر به دلیل آنکه تـابعی از x یعنی مربـوط قـسمت سـر آزاد فنـر اسـت، یک قوهٔ متغیر است؛ بنابراین F_x را مـی تـوان بـه صـورت $F(x)$ یعنـی تـابع x نـشان داد؛ همچنین توجه کنید که قانون هـوک یـک را بطهٔ خطی بین F_x و X است.



عنـــوان درس: (قـوه هـای تحفظـی و غیـر تحفظـی)، **شـــمارهٔ درس:** (۵)، **صـــفحهٔ کتـــاب:** (۱۴۰)، **وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قوه های تحفظی و غیر تحفظی
۲– نتـــایج متوقعـــه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• فهمیدن مفهوم چگونگی قوه های تحفظی و غیر تحفظی. • دانستن تفاوت ها بین این دو قوه. • توانایی برای بیان نمودن نمونه هایی از این نوع قوه ها.
۳– روش های تدریس	لکچر، نمایش تصویر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	چارت شکل (۱۲–۵)، تخته، تخته پاک و تباشیر
۵– قـــــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی باشاگردان، از ایشان بپرسید که آنها راجع به قوه های تحفظی و غیر تحفظی چه میدانند؟ نظر یات شانرا بدقت بشنوید و اشتباهات شانرا رفع نمایید.
۶– فعالیـــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	– به شاگردان بگویید امروز راجع به اینکه قوه های تحفظی و غیر تحفظی چگونه قوه هایی هستند و چه تفاوتی میان این دو قوه و جود دارد. باهم بحث میکنیم. – چارت شکل (۱۲–۵) کتاب را روی تخته آویزان کرده درس را از روی شکل به شاگردان تشریح و توضیح نمایید.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	– نکات عمدهٔ درس را با سهمگیری شاگردان واضح ساخته، برای مثمریت بیشتر درس باهم جرو بحث نمایید.
۸– ارزیـــابی و خـــتم درس (۵ دقیقه)	درس را می توانید با مطرح نمودن چند سؤال کوتاه که مرتبط با اهداف درس باشد ارزیابی کنید و همچنان می توانید برای ارزیابی درس از چک لست نیز استفاده نمایید.
۹– جواب به سـؤالهای درس	سؤال حل ناشده در درس موجود نیست.
۱۰ معلومات اضافی	هر آن قوه هایی که امکان تبدیل دوطرفه بین انرژی های حرکی و پتانشیل را میسر می-سازد، قوهٔ تحفظی نام دارد. دو نمونه از قوهٔ تحفظی که تاکنون دیده ایم، قوهٔ جاذبه یی و قوهٔ فنر است. ویژه گی اساسی قوه های تحفظی در این است که کار شان برگشت پذیراست. مانند آنچه را در با نک می اندازیم، می توانیم بدون مشکل آنرا بازبگیریم. دیگر و یژه گی مهم قوه های تحفظی این است که وقتی جسمی روی مسیر های مختلف از نقطهٔ ۱ به نقطهٔ ۲ میرود، کاری که قوهٔ تحفظی در تمام مسیر ها انجام میدهد.

یکی است مانند شکل زیر؛ پس در صورتیکه جسم به حد کافی نزدیک زمین باشد، کار قوۀ جاذبه یی $\vec{mg}$ مستقل از ارتفاع نیست و کاری که این قوه انجام میدهد تنها به تغییر ارتفاع بسته‌گی دارد؛ اگر جسم روی مسیر بسته حرکت کند و در پایان به نقطۀ شروع بر گردد، تمام کاری که قوۀ جاذبه یی انجام می دهد صفر است.

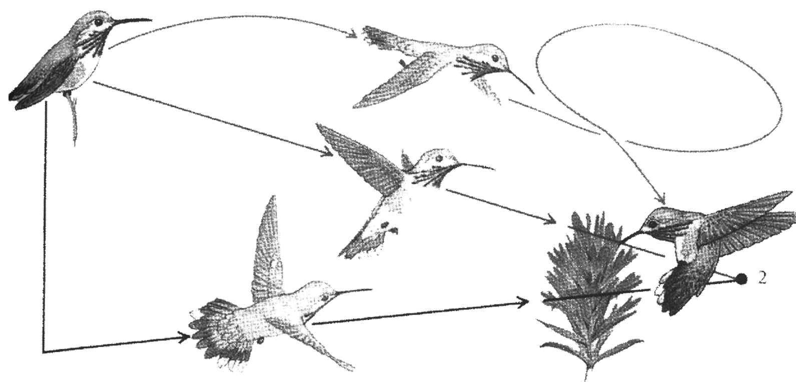
کار قوه تحفظی همیشه این ویژه گی ها را دارد:

۱- همیشه می توان آنرا به شکل تفاضل بین مقادیر اولیه و نهایی یک تابع انرژی پتانشیل بیان کرد.

۲- باز گشت پذیر ست.

۳- مستقل از مسیر است و تنها به نقاط شروع و پایان بسته‌گی دارد.

۴- اگرنقاط شروع و پایان یکی باشند، تمام کار صفر است.



اگر تنها قوه های تحفظی کار انجام دهند، انرژی میخانیکی کل $ME = k_E + U_E$ ثابت است، تمام قوه ها تحفظی نیستند، مثلاً وقتی جسمی روی سطح پایین به طرف بالا برودو دو باره واپس به طرف پایین بر گردد، کل کاری که قوۀ اصطکاک روی آن انجام میدهد صفر نیست. اگر جهت حرکت برعکس شود، جهت قوه نیز بر عکس می شود و قوۀ اصطکاک در هر دو جهت کار منفی انجام میدهد.

قوۀ غیر تحفظی: کار قوۀ غیر تحفظی را نمی توان با تابع انرژی پتانشیل نشان داد. بعضی قوه های غیر تحفظی مثل اصطکاک حرکی یا مقاومت سیال باعث مصرف یا تلف شدن انرژی میخانیکی می شوند که چنین قوه هایی را قوه های تلفی یا مصرفی می نامند. قوه های غیر تحفظی نیز وجود دارند که باعث افزایش انرژی میخانیکی می شوند؛ مثلاً: چره ها و یا پارچه های پتاقی با انرژی حرکی بسیار زیاد که از عکس العمل کیمیاوی باروت و آکسیجن ناشی می شود، به اطراف می پرند. قوه های رها شده دراین عکس العمل (واکنش) غیر تحفظی اند، زیرا این پروسه برگشت پذیر نیست. تصورکنید که چگونه پارچه ها به هم بچسپند و یک پتاقی کاملی بسازند.

عنوان درس: (تحفظ انرژی میخانیکی**)، شمارهٔ درس: (۶)، صفحهٔ کتاب: (۱۴۱)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	تحفظ انرژی میخانیکی
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم تحفظ انرژی میخانیکی. • تعریف نمودن مفهوم تحفظ انرژی میخانیکی. • فهمیدن حالت های تغییر نمودن انرژی پتانشیل و انرژی حرکی جسم. • دانستن رابطه بین انرژی حرکی و انرژی پتانشیل.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، نمایشی
۴- مواد ممد درسی	یکدانه توپ، تباشیر، تخته و تخته پاک.
۵- قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی و تنظیم صنف، به طور مقدمه بگویید که شما در درس گذشته راجع به قوه های تحفظی و غیر تحفظی آشنایی حاصل نمودید. حال بگوئید که راجع به تحفظ انرژی میخانیکی چه میدانید؟ نظریات شاگردان را به دقت بشنوید.
۶- فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	به شاگردان بیان کنید که امروز در این درس در بارهٔ سؤالاتی مانند: تحفظ انرژی میخانیکی چیست؟ وقتی که جسمی را با کتلهٔ m از ارتفاع h رها نماییم، انرژی پتانشیل و انرژی حرکی جسم تغییر خواهند کرد یانه؟ ویا چه رابطه یی بین انرژی حرکی و انرژی پتانشیل وجود دارد؟ باهم بحث خواهیم کرد. ابتدا توپ را گرفته مطابق شکل (۱۳-۵) از بالا رها نمایید و بگویید که در اول کدام حالت را دارد و بعداً که در نصف فاصله میرسد در کدام حالت است و باالاخره وقتی به زمین میرسد کدام حالت را بخود می گیرد. شما میتوانید با در نظر داشت شکل این موضوع را به شاگردان واضح سازید تا به مفهوم موضوع پی ببرند. بعداً شکل (۱۴-۵) را روی تخته رسم نموده مفهوم تحفظ انرژی میخانیکی را به شاگردان تشریح نمایید.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	چند سؤال مرتبط با اهداف درس را با شاگردان مطرح و جرو بحث نماییدو جهت تحکیم بیشتر درس مثال حل شدهٔ درس را با همکاری شاگردان برای تمرین بیشتر روی تخته حل نمایید.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	با شاگردان چند سؤالی که نکات عمده و اهداف درس را در بر داشته باشد مطرح نمایید تا از درجهٔ مؤثریت آموزشی درس اطمینان حاصل نمایید.
۹- جواب به سؤالهای درس	در متن درس سؤالات حل ناشده موجود نیست.

۱۰ معلومات اضافی

انرژی میخانیکی (M_E) یک دستگاه برابر است با مجموع انرژی پتانشیل U_E و انرژی حرکی K_E جسم های داخل آن یعنی: $M_E = K_E + U_E$ (انرژی میخانیکی)

در این بخش، بررسی خواهیم کرد که ، وقتی که فقط نیروهای تحفظی باعث تبدیل انرژی در دستگاه شوند، یعنی وقتی که نیروهای اصطکاک و جاذبه یی بالای جسم های داخل دستگاه اثر نکنند، برای انرژی میخانیکی چه تغییراتی رخ میدهد؟ همچنین، فرض میکنیم که دستگاه نسبت به محیط اطرافش منزوی است، به این معنی که هیچ قوهٔ خارجی ، از جسم خارج از دستگاه باعث تغییر انرژی در دستگاه نمی شود. در آنصورت چون قوهٔ تحفظی بالای یک جسم داخل دستگاه کار انجام میدهد، این قوه انرژی را بین انرژی حرکی K_E و انرژی پتانشیل U_E دستگاه مبادله میکند. با استفاده از معادلهٔ کار و انرژی حرکی تغییر ΔK انرژی حرکی عبارت خواهد بود از: $\Delta K_E = w \ldots (۱)$

و از معادلهٔ کار، تغییر ΔU انرژی پوتانشیل برابر است با : $\Delta U_E = -w \ldots (۲)$

از ترکیب معادله های ۱ و ۲ بدست می آوریم: $\Delta K_E = -\Delta U_E \ldots (۳)$

این به این معنا است که هر گاه یکی از این انرژی ها افزایش یابد، انرژی دیگر دقیقاً به همان میزان کاهش می یابد.

معادلهٔ ۳ را می توانیم چنین بنویسیم. $K_{E_2} - K_{E_1} = -(U_{E_2} - U_{E_1}) \ldots\ldots\ldots (4)$

معادلهٔ بالا را می توانیم چنین مرتب سازیم: $K_{E_2} + U_{E_2} = K_{E_1} + U_{E_1} \ldots\ldots (5)$

رابطهٔ بدست آمده همانا معادلهٔ تحفظ انرژی میخانیکی را ثابت می سازد.

عنوان درس: (کار انجام شده توسط قوه های غیر تحفظی و توان (طاقت)**)، شمارۀ درس: (۷)، صفحۀ کتاب: (۱۴۲)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	کار انجام شده توسط قوه های غیر تحفظی و توان (طاقت)
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• فهمیدن این که کاریکه توسط قوه های تحفظی اجرا می شود با کاریکه توسط قوه های غیر تحفظی اجرا می شود، باهم یکسان هستند. • دانستن اینکه قوۀ اصطکاک یک نوع از قوه های غیر تحفظی میباشد. • توانایی بررسی نمودن دقیقتر کار انجام داده شده توسط قوه های تحفظی و غیر تحفظی توسط فورمولهای ریاضی. • تعریف نمودن توان. • فهمیدن رابطۀ ریاضی توان، کار و زمان. • پی بردن به مفهوم انرژی ورودی یا مصرفی و موثریت یا بازده کار.
۳– روش های تدریس	سؤال و جواب، لکچر، کارعملی در صنف، کارجوره یی، کار گروپی
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک، تباشیر، قلم
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	– بعد از ادای سلام و احوالپرسی و تنظیم صنف، به طور مقدمه و مختصر از درس گذشته یاد دهانی کنید و یادآور شوید که امروز راجع به اینکه آیا کارهاییکه توسط قوه های تحفظی و غیر تحفظی اجرا می شوند باهم یکسان هستند یا خیر؟ و اگر هستند چرا؟ توان چیست؟ و کمیت های توان، کار و زمان چه رابطه یی با یکدیگر دارند؟ باهم بحث خواهیم نمود؛ همچنان از شاگردان بپرسید که آیا تابه حال به ارتباط موضوعاتیکه قبلاً مطالعه کرده اند از خود پرسیده اند که کار قوه های غیرتحفظی چگونه است؟ – نظریات شاگردان را بشنوید و کمبودی هایی را که در نظریات شان است تکمیل نمایید.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– بعد از مقدمه، متن مربوط به تمرین درس را خوانده به هدایات تمرین عمل کنید وبا شاگردان بحث و گفتگو نمایید. – شاگردان را به جوره ها تنظیم نمایید و از آنها توضیح بخواهید که چرا انرژی پتانشیل تنها برای قوه های تحفظی تعریف شده می تواند. بعد از جرو بحث بین خود شان نمایندۀ هر جوره نتیجه را به همصنفان خویش گزارش دهد. – اکنون با استفاده از قضیۀ کار و انرژی، کار مجموعی را قدم به قدم تااخیر به شاگردان تشریح و توضیح نمایید و در اخیر رابطۀ کلی برای کار انجام شده توسط قوه های غیر تحفظی را به شاگردان معرفی نمایید.

	- از شاگردان بپرسید توان چیست؟ توان، کار و زمان چه را بطه با یکدیگر دارند؟ نظریات شاگردان را در مورد بشنوید و بعداً موضوع را با بحث مربوط فزیک صنف هفتم ارتباط داده و درس را به شاگردان تشریح نمایید. - شاگردان را به گروپ ها تنظیم نموده از آنها بخواهید تا به اجرای فعالیت پرداخته و جدولی را که در آن رابطه بین کار، زمان و توان ترتیب شده خانه پری نمایند و در ختم فعالیت نتیجه را توسط جدول تکمیل شده روی تخته ارایه نمایند.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	بخاطر اینکه درس خویش را تحکیم بخشیده باشید مثال حل شده را یکجا با شاگردان روی تخته حل و باهم بحث نمایید وهم روی مثال اخیر درس که درختم فعالیت آمده با شاگردان جرو بحث نمایید.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	جهت ارزیابی درس چند سؤال کوتاه مرتبط با اهداف درس با شاگردان مطرح نموده اطمینان خود را بدست آورید، و هم می توانید از چک لستی که تهیه کرده اید، برای اطمینان از آموزش مثمر درس و ارزیابی مطلوب استفاده نمایید.
۹- جواب به سؤالهای درس	جواب متوقعه به سؤال مربوط به «بحث کنید» صفحهٔ (۱۴۲) کتاب درسی: چنانچه از تعریف قوه های تحفظی می دانیم که کار انجام شده توسط این قوه ها تنها به نقطهٔ آغاز و انجام بسته گی داشته و به مسیر راه بسته گی ندارد. بنابرآن، چون انرژی پوتانشیل یک جسم همیشه استعداد اجرای کاری را دارد که می تواند جسم مذکور را از یک ارتفاع عموداً با مسیر مستقیم پایین بیاورد و یا سقوطش دهد و قرار تعریف، قوه یی که سبب چنین کار می شود جسم را در مسیر مستقیم، تغییر مکان داده و تنها به نقطهٔ آغاز و انجام بسته گی دارد، پس گفته می توانیم که انرژی پوتانشیل تنها برای قوه های تحفظی تعریف شده می تواند و بس.
۱۰ معلومات اضافی	**توان** در تعریف کار باگذشت زمان سرو کاری نداریم . اگر وزنهٔ $400\ N$ را به اندازهٔ فاصلهٔ قایم $0{,}5m$ با سرعت ثابت بالا ببرید، $(400\ N)(0{,}5m) = 200J$ کار انجام داده اید، فرقی نمی کند که این کار یک ثانیه، یک ساعت، یک روز، یاحتی یکسال طول کشیده باشد؛ ولی غالباً می خواهیم بدانیم که کار با چه سرعتی انجام میشود. این مطلب را با استفاده از مفهوم توان بیان می کنیم . در گفتگو های روزمره توان غالباً مترادف با انرژی یا نیرو به کار می رود، در حالیکه در فزیک توان تعریف بسیار دقیقی دارد؛ یعنی توان قابلیت زمانی انجام کار است. توان نیز مثل کار و انرژی کمیت اسکالریست. اگر کار Δw در فاصلهٔ زمانی Δt انجام شود، کار متوسط انجام شده بر واحد زمان یا توان متوسط P_{av} به صورت زیر تعریف میشود:

$$P_{av} = \frac{\Delta w}{\Delta t}.........(1)$$ (توان متوسط)

قابلیت انجام کار ممکن است ثابت نباشد. در موقعی که این قابلیت در تغییر است، می توانیم توان لحظه یی P را به صورت لیمت (حد) معادلهٔ ۱ هنگام میل Δt به طرف صفر تعریف کنیم.

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{dw}{dt} ....(2)$$ (توان لحظه یی)

در سیستم SI واحد توان وات است، این نام به افتخار مخترع انگلیسی جیمزوات گذاشته شده است. یک وات برابر با ۱ ژول برثانیه است؛ $(1\ w = 1 J/s)$ کیلووات $(1 kw = 10^3\ w)$ و مگاوات $(1\ Mw = 10^6\ w)$ واحد های متداولی توان هستند. در واحد های انگلیسی، کار بر حسب (فوت پوند) و توان بر حسب (فوت پوند بر ثانیه) اندازه گیری می شود. واحد بزرگتر توان هارس پاور (hp) یعنی طاقت اسپ نیز بسیار متداول است که به حروف (hp) نشان داده می شود.

$$1HP = 550\ ft.\ Lb/s\ = 33000\ ft.\ Lb/\min$$

یعنی یک موتور $1HP$ که با قوۀ کامل کار میکند، هر دقیقه $33000\ ft.lb$ کار انجام میدهد که از جنس وات معادل: $1HP = 746\ w = 0,746\ kw$

ویا یک هارس پاور معادل حدود $\frac{3}{4}$ کیلووات است.

وات واحد متداول توان الکتریکی (برقی) است، یک گروپ $100w$ در هر ثانیه $100J$ انرژی الکتریکی را به نور و حرارت تبدیل میکند، ولی در وات وکیلووات هیچ چیز الکتریکی وجود ندارد. گروپ ها را می توان بر حسب هارس پاور درجه بندی کرد، و بعضی کارخانه های موتور سازی توان موتور هایشان را بر حسب کیلووات بیان میکنند نه بر حسب هارس پاور.

با استفاده از واحد توان میتوان واحد جدیدی را برای کار یا انرژی تعریف کرد که آن کیلووات ساعت (Kwh) است. این واحد یک واحد تجارتی انرژی الکتریکی است. یک کیلووات ساعت مقدار مجموعی کاری است که با توان ۱ کیلووات $(10^3\ J/s)$ طی یک ساعت $(3600s)$ انجام می شود، پس:

$$1\ K\ wh = (10^3\ J/s)\ (\ 3600\ S) = 36 \times 10^5\ J = 3.6 \times 10^6\ J = 3.6\ MJ$$

مکرراً باید گفت که کیلووات ساعت واحد کار یا انرژی است، نه توان.

حل سؤالات اخیر فصل پنجم

جواب سؤال ۱: کار عبارت از حاصل ضرب قوه در جهت فاصلهٔ تغییرمکان جسم بوده ویک کمیت سکالری است که واحدات اندازه گیری آن در سیستم SI عبارت از Erg و J است.

حل سؤال ۲:

(a

$$F = 100\,N \qquad d = 20\,m \qquad w = ?$$

$$w = F \times d = 100\,N \times 20\,m = 2000\,J$$

(b

$$F = 100\,N \qquad d = 20\,m \qquad \alpha = 60^\circ = 0.500 \qquad w = ?$$

$$w = F \times d \times \cos\alpha$$
$$= 100\,N \times 20\,m \times \cos 60^\circ$$
$$= 2000\,J \times 0.500$$
$$w = 1000\,J$$

حل سؤال ۳:

$$m = 3\,kg \qquad F = 40\,N \qquad a = ?$$

(a

$$F = ma$$
$$a = \frac{F}{m} = \frac{40\,N}{3\,kg} = 13.33\,m/s^2$$

(b

$$F \text{ کار قوهٔ } = w = F \times h = 40\ N \times 10\ m = 400\,J$$

(c

$$(\text{کارقوهٔ وزن}) = w' = mgh \times \cos \propto 180^\circ = 3\ Kg \times 10\,m/s^2 \times 10\,m \times (-1) = -\,300\,Nm$$

$$w' = -\,300\ J$$

(d

$$\text{کارقوهٔ محصله} = w'' = (F - mg)h$$
$$w'' = (40\,N - 3\,kg \times 10\,m/s^2)\,10\,m$$
$$= (10\,N\,m/s^2)\,10\,m = 1000\ N\,m^2/s^2$$
$$w'' = 100\ J$$

حل سؤال ۴:

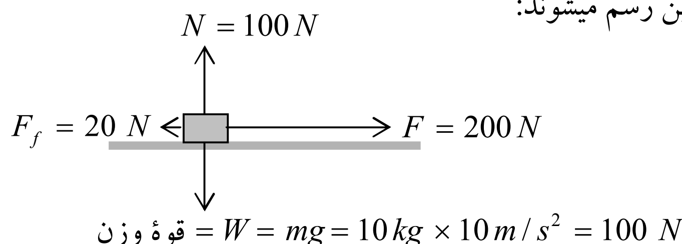
$$(\text{کارقوهٔ وزن به فاصلهٔ عمودی}) = w = m \times g \times h$$

چون جسم بالا پرتاپ می شود، شتاب جاذبه یی منفی و در نتیجه علامهٔ کار منفی بوده و این معنی را می دهد که کار مذکور به انرژی ذخیره یی جسم تبدیل شده است.

جواب سؤال ۵: در حالت (a) کار مساوی به صفر است؛ زیرا جسم فاصله را طی نکرده است و یا تغییر موقعیت صورت نگرفته است.

حل سؤال ۶:

a) قوه های وارده برجسم چنین رسم میشوند:



قوهٔ وزن $= W = mg = 10\,kg \times 10\,m/s^2 = 100\ N$

$(b$ $\quad F = 200\ N\ ,\ d = 20\,m$

کارقوهٔ F $= w = (200 \times 20)\,N\,m = 4000\,J$

کارقوهٔ اصطکاکی $= w_f = F_f \times d = 20\ N \times 20\,m = 400\ J$

کار قوهٔ وزن $W_w = mg \times h = mg \times 0 = 0$

چون تغییر مکان وجود ندارد، کار مساوی صفراست و کار قوهٔ N نیز به همین اساس مساوی به صفراست.

$(c$ جمع جبری کل کارها $= W = w + w_f +$ کارقوهٔ وزن $+$ کارقوهٔ N

$W = 4000\ J + 400\,J + 0 + 0$

$W = 4400\,J$

حل سؤال ۷:

a. اگر $\hat{\alpha} = 0$ باشد در آنصورت $\cos 0^\circ = 1$ مساوی به یک بوده و کار از رابطهٔ $w = F \times d$ بدست می آید.

b. اگر $\hat{\alpha} = 90^\circ$ باشد در اینصورت $\cos 90^\circ$ مساوی به صفر بوده کار در استقامت افقی صورت نمی گیرد.

c. اگر $\hat{\alpha} < 90^\circ$ باشد در اینصورت $\cos \alpha > 0$ برزگتر از صفر بوده و کار نیز مثبت است که آنرا کار محرک نیز می نامند.

d. اگر $\alpha > 90^\circ$ باشد در انصورت $\cos\alpha < 0$ کوچک تر از صفر بوده وکار علامهٔ منفی را اختیار میکند که این کار را کار مقاوم می گویند.

جواب سؤال ۸: انرژی یی که به سرعت و کتلهٔ جسم ارتباط دارد به نام انرژی حرکی یاد می شود و رابطهٔ آن $(K_E = \frac{1}{2} mv)^2$ در صفحهٔ (۱۳۵) کتاب درسی ثبوت شده است.

حل سؤال ۹: در صفحه های ۱۳۴ و ۱۳۵ کتاب درسی جوابش موجوداست.

جواب سؤال ۱۰:

a) چون انرژی حرکی جسم مساوی به $\frac{mv^2}{2}$ است، پس زمانی این انرژی افزایش می یابد که سرعت جسم زیاد شود.

b) زمانیکه به سرعت جسم کاهش به عمل آمد.

c) زمانیکه جسم با سرعت ثابت به حرکتش ادامه دهد.

حل سؤال ۱۱:

$m = 20\,kg$
$d = h = 45\,m$
$k_2 = ?$
$v = ?$

$$w = F \times d \times \cos\alpha = m \times g \times h \cos 0^\circ$$
$$w = (20\,kg)(10\,m/s^2)(45\,m)(1)$$
$$w = 9000\,J$$

چون در لحظهٔ رسیدن به زمین انرژی حرکی (K_2) بوده و انرژی حرکی اولیهٔ جسم (K_1) صفر است پس می توانیم بنویسیم:

$$w = K_2 - K_1$$
$$9000\ J = K_2 - 0$$

پس: $K_2 = 9000\,J$ انرژی حرکی جسم در لحظهٔ رسیدن به زمین

اکنون برای دریافت سرعت جسم در لحظهٔ رسیدن به زمین میتوانیم بنویسیم:

$$K_2 = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow v = \sqrt{2 K_2 / m}$$
$$v = \sqrt{2 \times 9000\,J \,/\, 20\,kg} = \sqrt{900\,J/kg} = \sqrt{\frac{900 kg\, m^2/s^2}{kg}}$$
$$v = 30\,m/s$$

جواب سؤال ۱۲: اگر به شکل مربوط به صفحهٔ ۱۴۷ کتاب توجه کنید، دیده می شود که چون جسم متحرک در مرحلهٔ حرکتش از نقطهٔ O تانقطهٔ A حرکت شتابی داشته یعنی سرعت آن در هر لحظهٔ زمان روبه افزایش بوده؛ پس کار محصله در این مرحله مثبت می باشد. در مرحلهٔ دومی چون جسم با سرعت ثابت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B حرکت نموده است؛ پس کار متحرک به استقامت عمود صفر و به استقامت افقی علامهٔ آن مثبت است و در مرحلهٔ سوم چون تغییرات سرعت نظر به زمان رو به کاهش است؛ پس حرکت جسم تأخیری بوده علامهٔ شتاب منفی و در نتیجه علامهٔ کار قوه در این مرحله منفی می باشد.

جواب سؤال ۱۳: اگریک جسم ساکن قابلیت اجرای کار را داشته باشد، دارای انرژی پوتنشیل یا ذخیروی میباشد که سه نوع آن عبارت اند از: انرژی پوتنشیل جاذبه یی، انرژی پوتنشیل فنرکش شده و انرژی پوتنشیل گاز با فشار ثابت بالای یک پستون.

جواب سؤال ۱۴: انرژی پوتنشیل جاذبه یی یک جسم در یک نقطه نسبت به زمین برابر است با کاری که انجام می دهیم تاجسم را با سرعت ثابت از سطح زمین تانقطهٔ یاد شده منتقل کنیم. رابطهٔ آن، $U = mgh$ است.

جواب سؤال ۱۵: جوابش در متن صفحه های ۱۳۸ و ۱۳۹ کتاب درسی وجود دارد.

جواب سؤال ۱۶: در یک سیستمی که قوه های خارجی بالای آن عمل ننمایید، مجموع انرژی پوتنشیل و حرکی ثابت می باشد، که این قانون به نام قانون تحفظ انرژی میخانیکی یاد میشود.

حل سؤال ۱۷: با توجه به شکل، سرعت جسم در نقطهٔ B چنین حساب شده می تواند:

از تحفظ انرژی میخانیکی می توان نوشت:

$$(A \text{ در نقطهٔ}) \; mg\,h_A + \frac{m v_A^2}{2} = (B \text{ درنقطهٔ}) \; mg\,h_B + \frac{m v_B^2}{2}$$

چون: $h_B = 0$ و $0 = v_A =$ سرعت اولیهٔ جسم، $h_A = 20\ m$ اند،

پس: $$m \times 10\,m/s^2 \times 20\,m + (\frac{m \times 0^2}{2}) = m \times g \times 0 + \frac{m.v_B^2}{2}$$

$$\cancel{m} \times 200\ m^2/s^2 + 0 = 0 + \frac{\cancel{m} v_B^2}{2}$$

$$v_B^2 = 2 \times 200\ m^2/s^2 = 400\ m^2/s^2$$

$$B \text{ سرعت جسم در نقطهٔ} = v_B = \sqrt{400}\ m/s = 20\ m/s$$

همچنان با توجه به شکل از تحفظ انرژی میخانیکی برای دریافت سرعت جسم در نقطهٔ c می توان نوشت که:

$$B \text{ درنقطهٔ}(mg\,h_B + \frac{1}{2} m v_B^2) = c \text{ درنقطهٔ } (mg\,h_c + \frac{1}{2} m v_c^2)$$

چون: $h_B = 0 \Rightarrow v_B = 20\,m/s \Rightarrow$ و $h_c = 15\ m$

پس: $$m.g.0 + \frac{m \times (20\,m/s)^2}{2} = m \times 10\,m/s^2 \times 15\ m + \frac{1}{2}\ m \times v_c^2$$

$$0 + \frac{m \times 400\,m^2/s^2}{2} = m \times 150\,m^2/s^2 + \frac{m v_c^2}{2}$$

$$m \times 200\ m^2/s^2 = m\ (150\ m^2/s^2 + \frac{v_c^2}{2})$$

$$\frac{v_c^2}{2} = 200\ m^2/s^2 - 150\,m^2/s^2$$

$$v_c^2 = 2\ (50\ m^2/s^2)$$

$$\text{c سرعت جسم در نقطهٔ} = v_c = \sqrt{100}\,m/s$$

$$v_c = 10\ m/s$$

حل سؤال ۱۸:

$m = 2\ kg$
$d = 1m$
$t = 0.2\sec$
$P = ?$

$$w = mgh = (2\,kg)(10\,m/s^2)(1\,m)$$

$$w = 20\ J$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{20J}{0.2\sec} = \frac{200}{2}$$

$$P = 100\ watt$$

جواب سؤال ۱۹: هر وسیله یی که کار انجام می دهد انرژی مصرف می کند پس برای استفاده از این وسیله ها باید به آنها انرژی داد، این انرژی را انرژی ورودی یا مصرفی می نامند.

جواب سؤال ۲۰: مؤثریت یا بازده عبارت از مقدار کار یا انرژی ورودی قابل استفاده در یک وسیله است که معمولاً آنرا بصورت فیصدی بیان میکنند و رابطهٔ آن چنین است:

$$\text{مؤثریت یا بازده} = \frac{\text{کارصادره یا خروجی}}{\text{کار وردی}} \times 100$$

فصل ششم

مومنتم خطی و امپولس

نگاه عمومی فصل

دراین فصل مومنتم خطی، امپولس و پدیده های مربوط به آنرا مورد بحث و بررسی قرار میدهیم. هدف عمومی این فصل اینست تا شاگردان مفهوم مومنتم خطی و امپولس را بدانند و شرح کرده بتوانند.

با مطالعه این فصل شاگردان قادر خواهند بود تا موضوعاتی؛ مانند: مومنتم خطی و امپولس، حرکت مستقیم الخط و امپولس (ضربه)، مومنتم، قوه و مومنتم، قانون امپولس و مومنتم، ضربه و تحفظ مومنتم خطی، تصادم ارتجاعی، و غیرارتجاعی و مرکز ثقل را بدانند و شرح کرده بتوانند؛ همچنان بدانند که این دو قاعدۀ اساسی، توسعۀ قوانین نیوتن هستند که با شناسایی مقادیر فزیکی امپولس و مومنتم تکمیل گردیده اند؛ همچنان آنها توانایی جمع کردن دو یا چند وکتور در مومنتم را حاصل خواهند کرد. تجارب این فصل بیشتر توسط خود شاگردان اجرا گردیده و به آنها وقت داده می شود تا دربارۀ ارتباط موضوعات با تجارب، فکر و جروبحث نمایند و فورمول های مربوط به مفاهیم را بیاموزند و در حل مسایل از آن ها استفادۀ درست نمایند.

این فصل به شمول حل تمرینهای اخیر آن دارای (۶) عنوان درس بوده و در داخل (۱۰) ساعت درسی در نظر گرفته شده که در جدول پلانی ذیل معرفی گردیده است.

عنوان فصل	عنوان های درس ها	تعداد ساعات درسی
مومنتم خطی و امپولس	مومنتم خطی و امپولس – حرکت مستقیم الخط و امپولس (ضربه)	۱
	مومنتم – قوه و مومنتم	۲
	قانون امپولس – مومنتم – ضربه و تحفظ مومنتم خطی	۲
	تصادم ارتجاعی و غیر ارتجاعی	۱
	مرکز ثقل	۱
	حل تمرین های اخیر فصل	۳

عنـــوان درس: (مـومنتم خطـی و امپـولس - حرکـت مـستقیم الخـط و امپـولس(ضـربه)**)، شـــمارۀ درس: (۱)، صفحۀ کتاب: (۱۴۸)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱- موضوع درس	مومنتم خطی و امپولس
۲- نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• آشنا شدن با مباحث فصل واهمیت امپولس و مومنتم. • دانستن مفهوم امپولس و مومنتم خطی با مشخصات آن. • درک نمودن اینکه مفاهیم قوه و مومنتم باهم در ارتباط بوده، مبحث مـومنتم خطـی و امپولس در واقع همان ارایۀ توسعۀ قوانین نیوتن است. • دانستن فورمول مومنتم و امپولس (ضربه). • توانائی بکار بردن فورمول مومنتم و امپولس (ضربه) در حل مسایل. • حصول توانائی برای اجراء کردن تجارب.
۳- روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، مباحثه ، کارگروپی
۴- مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵- قـــــسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و ارزیابی درس گذشته، در ابتدا، برای ایجاد انگیـزه توجـه شـاگردان را با طرح سؤال هایی؛ مانند: درزمانیکه قوه بالای یـک جـسم عمـل میکنـد، چـه حادثـه رخ میدهد؟ آیا تا به حال از خود پرسیده اید که ضربه چیـست؟ جلـب نماییـد، تـا بـدانیم کـه شاگردان دراین باره چقدر معلومات قبلی دارند و همچنـان شـاگردان بـه محتویـات درس علاقه مند شوند.
۶- فعالیـــت جریـــان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از آنکه به جواب های شاگردان گوش دادیـد، عنـوان درس را روی تختـه نوشـته و توسط یک شاگرد، متن درس را به آواز بلند بخوانید. - بعداً مفهوم امپولس و مـومنتم را بـرای شـان طبـق مـتن کتـاب تـشریح نمـوده و سـمبول مومنتم را که عبارت از M است به روی تخته بنویـسید تـا بـه آن آشناشـوند و بـرای شـان واضح سازید که امپولس و مومنتم کمیت هـای وکتـوری هـستند؛ همچنـان بـه شـاگردان تفهیم نمایید که این دو قاعدۀ اساسی، در حقیقت ادامۀ بحث قوانین نیوتن است. - در آغاز این درس به شاگردان باید توضیح نمایید که آنها دراین فصل موضوعاتی؛ مانند: تغییر نمودن موقعیت و سرعت یک جسم مـی توانـد بـا تطبیـق یـک قـوه صـورت گیـرد، توضیح اینکه تفهیم رابطه بین قوه یی کـه بـالای کتلۀ معین یـک جـسم عمـل میکنـد، و اندازه تغییر سرعت آن جسم "قانون دوم نیوتن" بـرای شـاگردان بحیـث مفهـوم اساسـی، تعریف کردن امپولس یـک قـوه، مـومنتم، شـرح تحفـظ مـومنتم در تـصادم دو جـسمیکه روی یک خط مستقیم در حرکت اند، توضیح مثال هایی از تحفظ مومنتم خطی، تعریـف

	و توضیح مفاهیم تصادم ارتجاعی و غیر ارتجاعی را به تفصیل مطالعه خواهند کرد. - بعداً مفهوم امپولس را با استفاده از قوانین حرکت نیوتن و همچنان قوه و اثرات آن را روی محورهای کمیات و ضعیه برای شاگردان توضیح نموده و فورمول امپولس (ضربه) را به روی تخته بنویسید و معلومات لازم را مطابق متن کتاب برای شان ارایه نمایید. - اکنون فعالیتهایی را که در متن کتاب آمده هر کدام آنرا بطور جداگانه توسط شاگردان در گروپها اجراء نمایید و در هر مرحلهٔ کاری شاگردان را رهنمایی و به سؤالهای هر گروپ رسیده گی کنید. - در اخیر نتیجهٔ فعالیت هر گروپ را نمایندهٔ آن گروپ به همصنفان شان تشریح و روی نتایج، بحث و گفتگو کنند تا گرافهای (سرعت –زمان) را برای یک جسم و حرکت یک سفینهٔ فضایی به خوبی بدانند و تحلیل نمایند.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	- در س را با ارایهٔ چند سؤال و جواب با شاگردان تکرار می نماییم و بعد از جرو بحث با آن ها، هرگاه مشکلات داشتند، نکات مهم و کلیدی درس را بار دیگر برای شان تکرار می نماییم.
۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	- در اخیر درس، جهت ارزیابی، سؤال هایی را مطابق و مرتبط با اهداف درس مانند: امپولس را تعریف نمایید. فورمول امپولس را روی تخته بنویسید. و امثال آن را مطرح نمایید و همچنان سؤال هایی را که در اخیر متن درس آمده برای شان کار خانه گی میدهیم تا در بارهٔ آنها فکر نموده و حل نمایند و روز آینده اگر مشکل داشتند در حل سؤالها آنها را کمک می نماییم.
۹– جواب به سؤالهای درس	حل: ۱- $F = 3.7\,N$ $t = 100\,s$ $I = ?$ $I = F\,.\,t$ $I = 3.7N\,.\,100\,s$ $I = 370\,N.s$ حل: ۲- $F = 2.2\,N$ $t = t - 0 = 30\,s$ $I = ?$ مساحت شکل $= \frac{1}{2} \times F_t \times t$ ویا (مساحت شکل) $\times 2 = F_t \times t$ $F_t = 2.2\,N$ $t = t - t_0 = (30-0)\,s = 30s$ پس: $I = 2.2\,N \times 30s$ $I = 66\,N.s$

حل:۳-

$F_1 = 2.2\,N$

پس: $F_2 = 55dyn = 55.10^{-5}\,N = 5.5\times10^{-4}\,N$

$F_2 = 55\ dyne$

$t_1 = 10s$

$t_2 = 18\ s$

$I = ?$

مطابق شکل جدید $\Delta t = t_2 - t_1$

$\Delta t = 18 - 10$

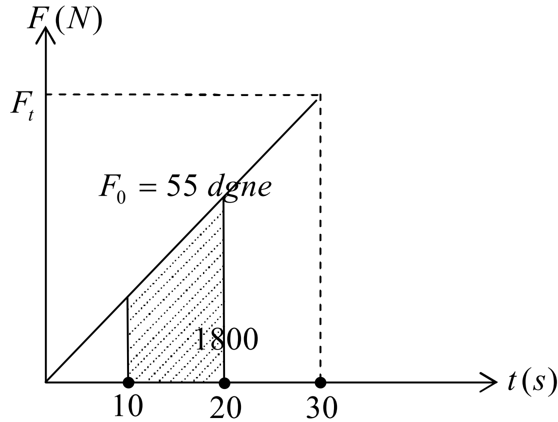
$\Delta t = 8s$

$\Delta F = F = F_1 - F_0 = 2.2\,N - 5.5\times10^{-4}\ N$

$\Delta F = F = 2.20000 - 0.00055\,N$

$F = 2.19945\ N$

$F = 2.19\,N$



پس: $I = F\times t = 2.19\,N\times 8s$

$I = 17.52\ \ Ns$

حل : ۴-

$\begin{cases}F_1 = const\\(t_0 = 1s\ \text{و}\ t = 3s)\end{cases}$

$\begin{cases}F_2 = const\\(t_0 = 5s\ \text{و}\ t = 10s)\end{cases}$

I_1 و $I_2 = ?$

$\frac{I_2}{I_1} = ?$

$I_1 = F_1\times(t - t_0)$

$I_1 = F_1\times(3-1)s$

$I_1 = F_1\times 2s = 2\times F_1 s$

$I_2 = F_2\times(t - t_0) = F_2\times(10-5)s$

$I_2 = F_2\times 5s = 5\times F_2 s$

$\frac{I_2}{I_1} = \frac{5F_2 s}{2F_1 s} = 2.5\frac{F_2}{F_1}$

$I_2 = \frac{2.5\times F_2\times I_1}{F_1}$

پس: $I_2 = (2.5\ \frac{F_2}{F_1})\times I_1$

۱۰ معلومات اضافی

قانون اول نیوتن برحسب مومنتم چنین بیان مـی شـود کـه، در نبـودن قـوه هـای خـارجی، مومنتم یک ذره هم ثابت می ماند.

قانون دوم نیوتن برحسب مومنتم چنین بیان می شود که؛ هر گونـه مـومنتم یـک ذره بایـد ناشی از تغییر سرعت آن ذره باشد؛ زیرا کتلـه ثابـت اسـت و نمـی توانـد سـهمی در تغییـر مومنتم داشته باشد.

قانون سوم نیوتن را می توان بر حسب مومنتم چنین بیـان کـرد کـه؛ از آن جـایی کـه قـوه های عمل و عکس العمل مساوی و خـلاف یکـدیگر انـد، پـس تغییـر مـومنتمی کـه قـوهٔ عکس العمل وارد بر یک جسم تولید مـی کنـد، مخـالف تغییـر مـومنتمی اسـت کـه قـوهٔ عکس العمل برجسم دیگر تولید می کند. بنابراین می توان گفت که هـر گـاه دو جـسمی بریکدیگر قوه وارد کنند، تغییرات مومنتم ناشی از آن دارای اندازه های یکسان و جهـت های مختلف هستند.

- امپولس، تکان یا ضربه معمولاً همراه با هر برخورد اسـت کـه مـا هـر روز بـه اثـرات گوناگون امپولس رو به رو میشویم؛ مـثلاً: هـر گـاه برجـسمی ضـربه یـی وارد شـود، جسم ضربه دیـده، تکـانی مـی خـورد کـه در بـسیاری از مـوارد عملـی در وضـعیت پیچیده یی قرار مـی گیـرد. هنگامیکـه چکـشی بایـک مـیخ برخـوردمی کنـد، مـیخ متحمل ضربه می شود، هنگامیکه یک بوکسر به زنخ حریفش ضربه میزنـد، ممکـن است زنخ حریفش در اثر ضربه بشکند. که اینها نمونه های از این واژه می باشند.
- در عمل افادهٔ کمی این مفهوم اساسی فزیک را طبق ذیل توضیح نمـوده مـی تـوانیم: فرض کنید که بین دوجسم بر خـوردی صـورت میگیـرد. اگـر زمـان تمـاس ایـن دو جسم را t و قوهٔ وکتوری متوسط تماس، $\vec{F}$ باشد، بنابر تعریف داریم: $\vec{F}.t =$ وکتور ضربه

باید به خاطر داشت که ضـربه یـا امپـولس یـک کمیـت وکتـوری اسـت و جهـتش همـان جهت قوهٔ $\vec{F}$ است. واحد امپولس $kg\,m/\sec$ اسـت و آن عبـارت از امپـولس یـا ضـربهٔ کتلهٔ $1kg$ با سرعت $1m/\sec$ حرکت است.

عنـــوان درس: (مـومنتم –قـوه و مـومنتم**)، شـــمارۀ درس: (دوم وســـوم)، صـــفحۀ کتـــاب: (۱۵۱)، وقت: (**دو ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	مومنتم –قوه و مومنتم
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف کردن و دانستن مفهوم مومنتم و واحد های آن. • دانستن رابطۀ ریاضی مومنتم و حصول توانائی بکار بردن آن در حل مسایل. • دانستن اینکه مومنتم یک کمیت وکتوری است. • شرح دادن رابطه بین قوه و مومنتم. • کسب مهارت جمع کردن دو یا چند وکتور مومنتم باهمدیگر.
۳– روش های تدریس	لکچر، مباحثه، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۱۰ دقیقه)	– بعد از ادای سلام و احوالپرسی و ارزیابی درس گذشته، درابتداء برای ایجاد انگیزه سؤال هایی را مانند : اگر نامی از مومنتم را شنیده باشید پس بگویید که بین یک موتر لاری ویک موتر تیز رفتار در حال حرکت از نقطه نظر مومنتم چه فرقی وجود دارد؟ را مطرح می نماییم تا بدانیم که شاگردان راجع به درس چقدر علاقمندی و معلومات قبلی دارند.
۶– فعالیت جریان درس (۵۵ دقیقه)	– بعد از آنکه به جواب های شاگردان گوش دادیم، عنوان درس را روی تخته نوشته و مطابق متن، درس را برای شان تشریح می نماییم و امپولس را از معادلۀ $F\ \Delta t = m\Delta\ v$ که از درس قبلی آموخته اند، تعریف می نماییم. هم چنان واحدات مومنتم را برای شان روی تخته می نویسیم تا یاد بگیرند. – شاگردان را متوجه اشکال کتاب های شان نموده و روی اندازه های مومنتم در اجسام مختلف باهم جرو بحث می نماییم. – روی سؤال اخیر که در متن درس آمده ، شاگردان باهم جرو بحث نمایند تا در نتیجۀ حل این سؤال آنها بدانند که مومنتم یک کمیت وکتوری است. – بعداً برای شان واضح می سازیم که دو یا چند وکتور مومنتم را می توان باهم جمع نمود و وکتور سادۀ محصلۀ آنها را بدست آورد. باترسیم روی تخته این کار راعملاً با شاگردان انجام می دهیم. – به شاگردان وقت بدهید تا در بارۀ متن فکر کنند و اینکه چرا موتر لاری دارای مومنتم بیشتر است؟ باهم در گروپ های شان جروبحث نمایند و نتیجه را به همصفان شان گزارش بدهند تا بیانیۀ اساسی "مومنتم یک جسم مساوی به حاصل ضرب کتله وسرعت آن است" را درست بدانند. – سؤالی را که در اخیر متن درس آمده با شاگردان مطرح نموده و برای اینکه حل درست سؤال به آنها خوب واضح گردد، فعالیتیرا که در اخیر درس آمده است توسط

	خود شان اجراء می نماییم تا آنها بطور عملی ببینند که یک قوه می تواند مومنتم را کم و یا زیاد نموده و یا اندازه آنرا تغییر بدهد. - در ساعت دوم بعد از ارزیابی درس گذشته عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم و سپس رابطهٔ قوه و مومنتم $(F\,\Delta t = m\,\Delta u)$ را از قانون دوم نیوتن که عبارت از $F = m.a$ است استخراج می نماییم. و به شاگردان واضح می سازیم که نیوتن قوه را از جنس کتله و شتاب افاده نکرده، بلکه از جنس درجهٔ زمانی تغییرات مومنتم افاده کرد که معادلهٔ آن عبارت از $m\,\Delta v = mv_2 - mv_1 = \Delta P$ است: در اخیر برای شان ثابت می سازیم که رابطه بین قوه و مومنتم در حقیقت همان بیان اصلی قانون دوم نیوتن $F = m.a$ است.
۷- تحکیم درس (۱۵ دقیقه)	- درس را با ارایهٔ چند سؤال و جروبحث با شاگردان تحکیم می بخشیم، در جریان سؤال و جواب در صورتیکه آنها مشکلات داشتند به آن رسیده گی نموده و نکات مهم و کلیدی درس را جهت تحکیم هر چه بیشتر درس، تکرار می نماییم.
۸- ارزیابی ختم درس (۱۰ دقیقه)	- جهت ارزیابی درس چند سؤال مرتبط به اهداف درس مانند: رابطه بین قوه و مومنتم چیست؟ فورمول آنرا بنوسید. وا مثال آنرا طرح ویا از طریق چک لست تهیه شده هنگام اجرای فعالیتها درس را ارزیابی نموده و در اخیر چند سؤال کار خانه گی برای شان میدهیم
۹- جواب به سؤالهای متن درس	حل سؤال توضیح دهید صفحهٔ (۱۵۶) کتاب: $m_A = 3m_B$ $P_A = P_B\,?$ چرا توضیح: هر گاه $m_A = 3m_B$ باشد، آنها می توانند دارای مومنتم یکسان باشند که در آن صورت باید $3m_B.v_A = m_B.v_B$ باشد، یعنی: $v_B = 3v_A$ می باشد.
۱۰ معلومات اضافی	از قانون دوم نیوتن، به ساده گی می توانیم رابطهٔ عمومی قوه و مومنتم را چنین به دست آوریم: $\vec{F} = m\dfrac{\vec{dv}}{dt}$ چون کتلهٔ جسم، مقدار ثابت است پس می توان نوشت: $m\dfrac{\vec{dv}}{dt} = d\,\dfrac{(\overrightarrow{mv})}{dt}$ $\vec{F} = \dfrac{d}{dt}(\overrightarrow{mv})$ $\vec{F} = \dfrac{\vec{dp}}{dt}$ یعنی تغییر مومنتم یک جسم نسبت به زمان برابر به محصلهٔ قوه های وارد بر جسم است. به بیان دیگر انتروال (فاصله) قوه های وارد بر جسم عبارت از مشتق مومنتم آن نسبت به زمان است. اگر در فاصلهٔ زمانی Δt تغییر مومنتم یک جسم $\overrightarrow{\Delta P}$ باشد، قوهٔ متوسط وارد

بر آن از رابطهٔ ذیل بدست می آید: $\vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$

در شکل یک موتر کلان باربری و یک موتر کوچک تیز رفتار، پهلوی هم با سرعت یکسان در حرکت اند. با نزدیک شدن به چراغ سرخ ، موتر کلان و موتر تیز رفتار کوچک باید بعد از طی مسافت $50m$ متوقف شوند، به نظر شما قوهٔ لازم برای متوقف کردن کدام یک از آن ها با شتاب ثابت بیشتر ضرورت است؟

برای بررسی دقیق تر فرض کنید، کتلهٔ موتر کلان ۱۰ تن و کتلهٔ موتر خورد تیز رفتار ۱ تن باشد و هر کدام با سرعت $20m/\sec$ در حرکت باشند. شتاب کند شونده برای موتر کلان و موتر تیز رفتار دراین تغییر مکان برابر است با:

$$|a_1| = |a_2| = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x} = \frac{400}{2 \times 50} = 4\, m/\sec^2$$

قوهٔ لازم برای توقف موتر کلان برابر است با:

$$F_1 = m_1 \,.\, a = 10.10^3\, kg \times 4\, \frac{m}{s^2} = 4 \times 10^4 \ N$$

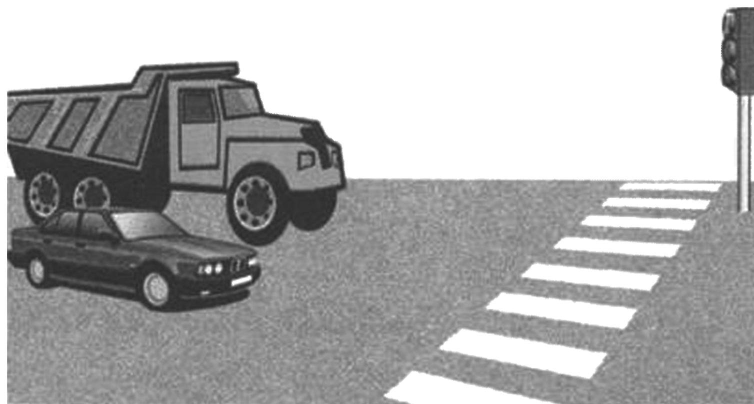
و قوهٔ لازم برای توقف موتر تیز رفتار برابر است با:

$$F_2 = m_2 . a = 1000kg \times 4\, \frac{m}{s} = 4 \times 10^3 \ N$$

نتیجه می گیریم که قوهٔ لازم برای متوقف کردن موتر کلان بیش تر از قوهٔ لازم برای متوقف کردن موتر خورد است.

در مثال فوق دیدیم که قوهٔ لازم برای متوقف کردن موترکلان و تیز رفتار، با کتله و سرعت آنها بسته گی دارد. در فزیک، آن کمیتی که به هر دو کمیت کتله و سرعت بسته گی دارد به نام مومنتم (اندازهٔ حرکت) تعریف می شود. (مومنتم یک جسم، حاصل ضرب کتلهٔ جسم در سرعت آن است). مومنتم را که یک کمیت وکتوری است، به حرف $\vec{P}$ نمایش میدهند و واحد آن $Kg\, m/s$ است؛ بنابرین می توان نوشت:

$$\vec{P} = \overrightarrow{mv}$$



عنوان درس: (قانون امپولس – مومنتم – ضربه و تحفظ مومنتم خطی**)، شمارهٔ درس: (**چهارم و پنجم**)، صفحهٔ کتاب: (۱۵۷)، وقت: (**دو ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قانون امپولس – مومنتم – ضربه و تحفظ مومنتم خطی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم (مساوی بودن درجهٔ زمانی تغییرات مومنتم یک جسم و قوه یی که بالای جسم مذکور وارد می شود). • تعریف کردن قانون امپولس و مومنتم. • حصول توانایی برای بیان قانون امپولس و مومنتم. • دانستن و تحلیل نمودن اینکه قانون سوم نیوتن برحسب مومنتم ما را به قانون تحفظ مومنتم رهنمائی می نماید. • دانستن تحفظ مومنتم دو جسم روی یک خط مستقیم. • دانستن مفهوم تحفظ مومنتم خطی در تصادم اجسام بین همدیگر. • درک نمودن اینکه، مومنتم در تاثیرات متقابل یک تصادم بین دو جسم، ثابت بوده و بدون تغییر باقی می ماند.
۳– روش های تدریس	لکچر، مباحثه، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۱۰ دقیقه)	– بعد از ادای سلام، احوالپرسی و ارزیابی درس گذشته، برای ایجاد انگیزه سؤال هایی را مانند : آیا قانون سوم نیوتن را می دانید؟ هر گاه یک جسم با جسم دیگر ضربه وارد نماید، چه واقع می شود؟ و امثال آنرا با شاگردان مطرح می نماییم، تا بدانیم که شاگردان چقدر معلومات قبلی دارند و به اساس آن می توانند، ضربه و تحفظ مومنتم خطی را یاد بگیرند؟
۶– فعالیت جریان درس (۵۵ دقیقه)	– بعد از آنکه به جواب های شاگردان گوش دادیم، عنوان درس را روی تخته می نویسیم . بعد از آن قانون امپولس و مومنتم را طبق متن برای شان تشریح می نماییم و واضح می سازیم که در قانون امپولس و مومنتم رابطهٔ $I = \Delta P$ صحت دارد یعنی، امپولس یک قوه یی که بالای یک جسم عمل میکند، برابر است با نتیجهٔ تغییرات در مومنتم جسم مذکور، که این بیان به نام قانون امپولس – مومنتم یاد میگردد. – تمرینی را که در اخیر این درس آمده باردیگر با استفاده از قانون امپولس – مومنتم جهت آموزش بیشتر برای شاگردان حل می نماییم، تا شاگردان با استفاده از این قانون در حل مسایل استفادهٔ درست کرده بتوانند. – در ساعت بعدی دوم این درس، بعد از آنکه درس گذشته را ارزیابی نمودیم، با

استفاده از قانون سوم نیوتن که عبارت از عمل و عکس العمل است، مفاهیم ضربه و تحفظ مومنتم خطی را برای شاگردان طبق متن تشریح می نماییم . هر گاه بالای یک جسم هیچ قوه وارد نشود مومنتم در این حالت ثابت می ماند که مامی توانیم با استفاده از قانون دوم نیوتن یعنی $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ تحفظ مومنتم یعنی رابطهٔ $\Delta P = F\ \Delta t$ را بدست آوریم. به شاگردان تاکید می کنیم که قانون تحفظ مومنتم در مطالعهٔ تصادم اجسام بسیار مهم است، یعنی زمانیکه دو جسم باهم تصادم می نمایند، بالای یکدیگر قوه های مساوی و در جهت های مخالف وارد می نمایند. چون امپولس هر قوه در مقدار باهم مساوی است؛ پس تغییرات مومنتم در هر دو جسم همیشه مساوی و دارای جهت های مخالف می باشد، اما تغییرات مومنتم در عمل تصادم، مساوی به صفر است. یعنی اینکه مومنتم در تاثیرات متقابل یک تصادم بین دوجسم ثابت بوده و بدون تغییر باقی می ماند. مثالی را که در کتاب را جع به تصادم دو جسم ذکر گردیده به شاگردان واضح می سازیم و از آنها می خواهیم تا توضیح دهند که این دو جسم بعد از تصادم و قبل از تصادم کدام حالت ها را بخود میگیرند.آنها باید بدانند که در حالت اولی $\overrightarrow{P_0} = \overrightarrow{v_0}$ و در حالت دوم $v = \frac{m}{m+M}\ v_0$ است و باید بدانند که آنها می توانند کتله های یکجاشدهٔ بعد از تصادم را محاسبه نمایند. - شاگردان را به آن شکل کتاب که در آن یک کتلهٔ m با سرعت v_0، با کتلهٔ دومی ساکن M برخود نموده متوجه ساخته و به او شان توضیح دهید که دراین حالت سرعت های کتله ها در جهت های مخالف همدیگر بوده و مومنتم در عمل تصادم چنین است: $m\ v_0 = M.v + (-m.v) = M.v = m.v$ - به تعقیب آن شاگردان را متوجه دو کتله یی که یکی آن بزرگتر و دیگری کوچکتر است و روی خط مستقیم باهم تصادم نموده اند میسازیم ، برای شان واضح می سازیم که تحفظ مومنتم دراین حالت، شکل $m.v_0 = M.v + mv$ را بخود میگیرد. - در اخیر درس مثال آخری مربوط شکل (۱۳-۶) راکه در متن کتاب آمده تشریح می نماییم. دو کتله توسط یک فنر به دو طرف تحت فشار قرار گرفته اند، هر گاه رهاگردند به دو طرف خود ضربه وارد می نمایند که در این حالت هم دارای عین مقدار مومنتم بوده؛ اما در جهات مخالف همدیگراند. از شاگردان بخواهید تا روی توضیحاتی که در این باره ارایه شد تمرین نمایند و باهم مباحثه کنند.	
- درس را با ارایهٔ سؤال و جواب و مباحثه با شاگردان تحکیم می بخشیم و در صورتیکه مشکل داشتند، نکات مهم و کلیدی درس را بار دیگر برای شان تکرار می نماییم.	**۷- تحکیم درس** (۱۰ دقیقه)

۸– ارزیابی ختم درس (۱۰ دقیقه)	- جهت ارزیابی درس، چند سؤال مرتبط بااهداف درس مانند: قانون امپولس وومنتم چیست؟ فورمول آنرا بنویسید. تحفظ مومنتم را بیان نمایید و مانند آن را می نماییم، تابدانیم که شاگردان به کدام اندازه درس را فهمیده اند. هم چنان همراه با سؤال ها و جروبحث ها ، از طریق چک لستی که تهیه کرده ایم نیز می توانیم درس را ارزیابی نماییم.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن وجود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	**بقای ضربه:** به تحلیل تصادم دو جسم می پردازیم، که هر یک از آن ها می توانند در حرکت باشند؛ چون هر جسم می تواند در هر جهتی حرکت کند، لازم است برای توصیف حرکت از وکتور استفاده کنیم. شکل (الف) $\vec{p}_i = \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}$ $\vec{p}_{1i}$ $\vec{p}_{2i}$ (الف) m_1 m_2 این مسأله کلی را نشان میدهد، جسمی که به کتلهٔ m_1 در ابتدا با سرعت $\vec{v}_1 i$ و ضربه $\overrightarrow{P_1 i} = m_1 \overrightarrow{v_1 i}$ حرکت می کند. این جسم با جسم ۲ که در ابتدا با سرعت $\overrightarrow{v_2 i}$ و ضربهٔ $\overrightarrow{P_2 i} = m_2 \overrightarrow{v_2 i}$ در حرکت است تصادم می کند. حرکت این دو جسم را در نظر می گیریم و آنرا سیستم فرض می کنیم. فرض می کنیم که سیستم متشکل از دو جسم، مجزا از محیط است، طوری که در زمان تصادم، به غیر از قوهٔ ضربه یی که هر جسم بر جسم دیگر وارد می سازد، قوهٔ دیگری عمل نکند، پس از بر خورد؛ مانند: شکل (ب). $\vec{p}_f = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$ $\vec{p}_{1f}$ $\vec{p}_{2f}$ (ب) m_1 m_2 m_1 با سرعت $\overrightarrow{v_{1f}}$ و ضربهٔ $\overrightarrow{P_{1f}} = m_1 \overrightarrow{v_{1f}}$ و m_2 با سرعت $\overrightarrow{v_{2f}}$ و ضربهٔ $\overrightarrow{P_{2f}} = m_2 \overrightarrow{v_{2f}}$ حرکت می کنند. در هر زمان خاصی، ضربهٔ کل سیستم متشکل از دو جسم، برابر است با: $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ ... 1

که می توان آن را پیش از تصادم ویا بعد از تصادم ارزیابی کرد. با گرفتن مشتق نسبت به زمان از معادلهٔ ۱ بدست می آوریم:

$$\frac{\overrightarrow{d_P}}{dt} = \frac{\overrightarrow{dp_1}}{dt} + \frac{\overrightarrow{dp_2}}{dt} = \sum \overrightarrow{F} + \sum \overrightarrow{F_2} ..... 2$$

پیش از تصادم هیچ قوه یی بر جسم وارد نمی شود، به همین طور $\sum \overrightarrow{F_1} = 0$ و $\sum F_2 = 0$ است که در نتیجه $\frac{\overrightarrow{dp}}{dt} = 0$ و همین طور، پس از تصادم $\overrightarrow{dp} = 0$ است؛ زیرا هیچ قوه یی بر اجسام وارد نشده است. در زمان تصادم تنها قوه یی که برجسم ۱ اثر می کند $\overrightarrow{F_{12}}$ ناشی از جسم ۲ است. همین طور، $\overrightarrow{F_{21}}$ تنها قوه یی است که در طول تصادم بر جسم ۲ اثر می کند. $\overrightarrow{F_{12}}$ تنها و $\overrightarrow{F_{21}}$ زوج یك عمل و عکس العمل را تشکیل میدهند. طوریکه $\overrightarrow{F_{12}} = -\overrightarrow{F_{21}}$ و $\overrightarrow{F_{12}} + F_{21} = 0$ است، بنابراین وقتی معادلهٔ ۲ را پیش از زمان و بعد از زمان تصادم ارزیابی نماییم، چنین بدست می آوریم که :

$$\frac{\overrightarrow{dp}}{dt} = 0 ....(3)$$

اگر مشتق کمیتی نسبت به زمان صفر باشد، آن کمیت بر حسب زمان تغییر نمی کند و باید ثابت باشد؛ پس: $\overrightarrow{P} = cons\tan t ....(4)$

یعنی ضربهٔ کل m_1 و m_2 پیش از تصادم باید دارای اندازه وجهت ضربهٔ کل m_1 و m_2 بعد از تصادم باشد. اگر چه $\overrightarrow{P_1}$ و $\overrightarrow{P_2}$ ممکن است در نتیجهٔ تصادم تغییر کنند؛ اما جمع وکتوری آنها مطابق (شکل ب)، کمیت وکتوری است. پس برای اینکه باقی بماند، هرسه مرکبهٔ آن باید بطور ثابت باقی باشند؛ مثلاً از معادلهٔ (۴) بدست می آوریم که:

$$P_x = const \quad , \quad P_y = const \quad , \quad P_z = const .....(5)$$

ضربهٔ کل مؤلفهٔ x پیش از تصادم وبعد از تصادم یکسان است. همین طور مرکبه های y و z چون قانون بقای ضربه را با استفاده از قانون های نیوتن به دست می آوریم، پس مرکبه های y و z نیز برمبنای این قانون برای هر حالت و شرایط معتبر است.

قانون بقا نقش مهمی در شناخت ما از پروسه های فزیکی دارد. آنها به ما امکان میدهند تا رفتار (قبل) و (بعد) از تصادم سیستم را بررسی کنیم، بدون اینکه شناخت مفصل از پروسه های که در بین آن ها رخ میدهد داشته باشیم. بطور مثال قانون بقای ضربهٔ خطی بدون توجه به هیچ نوع قوهٔ فرضی است که دو جسم بریکدیگر وارد می کنند.

ضربهٔ خطی کل قبل از تصادم با ضربهٔ خطی کل بعد از تصادم، بدون توجه به نوع قوه های وارد بر اجسام تصادم کننده، یکسان خواهد بود.

عنوان درس: (تصادم ارتجاعی – تصادم غیر ارتجاعی**)، شــمارهٔ درس: (شــشم)، صــفحهٔ کتــاب: (۱۶۲)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	تصادم ارتجاعی و غیر ارتجاعی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف کردن تصادم ارتجاعی. • باور حاصل کردن به ثابت بودن مومنتم مجموعی سیستم و تساوی مجموع انرژی حرکی اجسام تصادم کننده قبل و بعد تصادم. • دانستن اینکه دریک تصادم ارتجاعی، سرعت نسبی یا تفاضل سرعتهای دو جسم تصادم کنندهٔ قبل و بعد از تصادم باهم برابر ولی در خلاف جهت یکدیگر هستند. • تعریف کردن تصادم غیر ارتجاعی. • دانستن مفهوم تصادم غیر ارتجاعی.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، مباحث
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از احوالپرسی و ارزیابی درس گذشته، در ابتدا جهت ایجاد انگیزه سؤال هایی مانند: زمانیکه دو جسم متحرک باهمدیگر تصادم می نمایند، چه واقع می شود؟ آیا چگونگی سرعت آنها را بعد از تصادم دیده اید؟ روی آن بحث کنید و امثال آن را ارایه می نماییم تابدانیم که شاگردان چقدر راجع به حادثه تصادم دو جسم معلومات دارند.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از آنکه به جوابات شاگردان گوش دادیم، عنوان درس را روی تخته می نویسیم. بعد از آن شاگردان را متوجه اشکال کتاب شان نموده و مطابق متن، درس را برای شان تشریح می نماییم و سرعت های قبل از تصادم وبعد از تصادم اجسام روی خط مستقیم را از فورمول ریاضی به آنها توضیح می دهیم. - برای رسیدن به هدف درس، رابطهٔ $v_A - v_B = -(v'_A - v'_B)$ را که بیانگر آنست که دریک تصادم ارتجاعی، سرعت نسبی ویا تفاضل سرعت های دو جسم تصادم کنندهٔ قبل از تصادم و بعد از تصادم باهم برابر، ولی در خلاف جهت اند، را به دقت با شاگردان به مباحثه بگذارید تا آن را خوب تحلیل نمایند. - تصادم های ارتجاعی و غیر ارتجاعی را به حیث مفاهیم اساسی به شاگردان تشریح نموده و فرق آن ها را برای شان واضح می سازیم. - به کمک شکل که یک مثال خوبی از تصادم غیر ارتجاعی در یک رقاصهٔ با لستیک را نشان می دهد، برای شاگردان واضح می سازیم که اجسام، بعد از تصادم کدام حالت را بخود میگیرند.

۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	- با ارایهٔ چند سؤال کوتاه و مباحثه با شاگردان درس را تحکیم می بخشیم، در صورتیکه شاگردان در جریان سؤال و جواب و مباحثات مشکل داشتند، نکات مهم و کلیدی درس را برای تحکیم بیشتر تکرار می نماییم.
۸– ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	با ارایهٔ چند سؤال مرتبط به اهداف درس مانند: تصادم ارتجاعی چیست؟ تصادم غیرارتجاعی چسیت؟ آنها را تعریف نمایید وا مثال آن درس را ارزیابی می نماییم. همچنان می توانیم از طریق چک لستی که قبلاً در جریان سؤال و جواب و مباحثات خود تهیه کرده ایم درس را ارزیابی کنیم.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن و جود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	تصادم دو واگون باربری راه آهن نمونهٔ خوبی از تصادم بر امتداد خط مستقیم است ویا تصادمی که دو جسم به مقابل همدیگر در امتداد خط مستقیم به حرکت اولی خود را نده می شوند نیز یک حالت تصادم برخط مستقیم را نشان میدهد. چنین تصادمات تنها در شرایط استثنایی رخ می دهد. با وجود این مطالعهٔ چنین تصادمات آموزنده است، زیرا به نحوهٔ ساده، برخی از خصوصیات تصادمات پیچیده تر را نشان میدهد مثلاً، (دریک تصادم ارتجاعی که دو ذره برخط مستقیم حرکت می کنند، قانون های تحفظ مومنتم (تکانه و یا اندازهٔ حرکت) وانرژی، سرعت های آن ها را بطور کامل برحسب سرعت های اولیه تعیین می کنند. تصادمات میان اجسام مایکرو سکوپی اغلباً ارتجاعی نیستند و در خلال تصادم بخشی از انرژی حرکی به اثر قوه های اصطکاک داخلی به حرارت تبدیل می شود؛ مثلاً: دو موتر در اثر تصادم غیر ارتجاعی تقریباً تمام انرژی حرکی اولیه در آن صرف انجام کار روی اجزای اتوموبیل می شود که باعث تغییر شکل آن ها میشود. ازطرف دیگر، برخورد میان ذرات بنیادی؛ مانند: الکترون، پروتون، و نیوترون اغلباً ارتجاعی است. برای این ذره ها قوه های اصطکاک داخلی که می تواند باعث ائتلاف انرژی حرکی شوند وجود ندارد. تصادم میان چنین ذره ها تنها وقتی می توانند غیر ارتجاعی باشد که به افزایش ذره های جدید بینجامد. این ذره های جدید ممکن است یا از تبدیل مقدار انرژی حرکی اهتزازی (جنبشی) به کتله تولید شوند. و یا ناشی از استحاله (تراکم یا تغییر شکل) ذره های قدیم بر اثر تغییر ساختار داخلی آن ها به وجود آمده باشند. اصطلاح بالستیک درلغت به معنی موشک پرتاب شده و در اصطلاح مطالعهٔ علمی حرکت اجسامی را میگویند که توسط قوه به هوا پرتاب میشوند؛ مانند: یک مرمی فیرشده از میلهٔ تفنگ. رقاصهٔ بالستیکی رقاصه یی است که با شوت شدن یک مرمی به حرکت درمی آید.

عنوان درس: (مرکز ثقل**)، شمارۀ درس: (هفتم)، صفحۀ کتاب: (۱۶۴)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	مرکز ثقل
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف کردن مرکز ثقل اجسامیکه به روی یک خط مستقیم قرار دارند. • توانائی دریافت نمودن مرکز ثقل سیستمی از ذرات یا اجسام توسط فورمول ریاضی. • بدست آوردن مرکز ثقل اجسام در حالت های مختلف توسط رابطه های ریاضی.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، مباحثه
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از سلام واحوالپرسی و ارزیابی درس گذشته برای ایجاد انگیزه سؤال های مانند. مرکز ثقل اجسام چه مفهومی دارد؟ آیا می تواند آنها مرکز ثقل اجسام منظم هندسی را بدست آورند؟ و امثال آن را می نمائیم تا بدانیم که شاگردان از قبل را جع به مرکز ثقل اجسام هندسی چقدر معلومات دارند، تا با در نظر داشت آن شاگردان بتوانند قادر شوند. مرکز ثقل اجسامی را که روی خط مستقیم قرار دارند مطالعه نمایند.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از آنکه به جواب های شاگردان گوش دادیم، عنوان درس را برای شان روی تخته نوشته و آنها را متوجه اشکال کتاب می نماییم. و مطابق متن باسهم گیری فعال شاگردان درس را برای شان تشریح نموده، رابطۀ ریاضی $x_{cm} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{M}$ را برای دریافت مرکز ثقل سیستم اجسام با کتله های m_A و m_B استخراج می کنیم. - اکنون مرکز ثقل را در حالت های مختلف برایشان شرح می کنیم (البته نخست درحالتی که یکی از کتله ها بزرگتر از دیگر باشد، دوم در حالتیکه تمام کتلۀ سیستم دریک نقطه، مثلاً نقطۀ B قرار داشته باشد و همچنان حالت سومی که سیستم دارای بیشتر از دو جسم یا ذره تا n ذره باشد). در اخیر رابطه های مرکز ثقل سیستمی از ذرات یا اجسام برای محورهای X و Y را که عبارت از: $$X_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_1 x_1}{M} \quad و \quad Y_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i y_i}{M}$$ می باشند، روی تخته نوشته، با شاگردان تا زمانی بحث می کنیم که آن را بدانند و تحلیل کرده بتوانند.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	درس را با ارائۀ چند سؤال وجواب و بحث با شاگردان تحکیم می بخشیم، هرگاه در جریان مباحثات، متوجه گردیدیم که مشکل دارند، می توانیم مشکل شان رابا طرح سؤالات کوتاه جروبحث نماییم تا با این روش درس تکرار گردد. در اخیر نکات مهم و کلیدی را دوباره تکرار نموده به درس خاتمه می دهیم.

۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	- درس را با ارائهٔ چند سؤال مرتبط با اهداف درس مانند: مرکزثقل اجسامیکه روی یک خط مستقیم قرار دارد چگونه بدست می آید؟ و از این قبیل سؤال ها ارزیابی میکنیم. همچنان می توانیم از طریق چک لست، درس را ارزیابی نماییم. - در اخیر چند سؤال مرتبط به اهداف درس به شاگردان کار خانه گی میدهیم تا با حل آنها درس را یکبار در خانه تکرار نمایند. و مشکلات شان را یاد داشت و برای حل به روز آینده مطرح کنند.
۹- جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجودندارد.
۱۰ معلومات اضافی	مرکز ثقل یک کتله در یک دستگاه، صرف در قسمت وسط کتلهٔ دستگاه است. اگر دستگاه شامل دوکتله ، هر یک به کتلهٔ $1kg$ باشد، مرکز ثقل آنها در وسط این دو کتله قرار دارد و هر گاه یک دستگاه شامل n ذره با کتله های مساوی باشند، مانند قطعه خط هایی که از یک فلز خالص که اتوم های آن ها تنها از یک نوع اند، مختصه مرکز ثقل آن ، فقط وسط مختصات همهٔ ذره ها است یعنی: $x_{cm} = \frac{x_1 + x_2 + ...x_n}{n}$ که معادله های مشابهی برای مختصات x و y می تواند وجود داشته باشد. اگر دستگاهی شامل ذره ها با کتله های مساوی نباشند. دراینصورت برای محاسبهٔ محل مرکز ثقل کتله ابتدا ذره ها را به قطعاتی با کتله های مساوی تقسیم میکنیم؛ مثلاً: اگر دستگاه از دو جسم یا کتله های $2kg$ و $1kg$ تشکیل شده باشد، می توان فرض کرد که اجسامی با کتله های مساوی $1kg$ داریم، که محل دو تای از آن ها یکی است. در اینصورت مختصهٔ مرکز کتله برابر است با : $$x_{cm} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$ این معادله را می توان به صورت ذیل نوشت: $$x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$ که در آن $m_1 = 2kg$ و $m_2 = 1kg$ است. معادلهٔ فوق در واقع به اساس تمام مقادیر m_1 , m_2 معتبر است. براساس این معادله در مکان وسطی، مکان کتلهٔ ۱ رابه m_1 و مکان کتلهٔ ۲ را بقدر m_2 دفعه به حساب آورده ایم؛ یعنی تعداد دفعاتی که هر کتله در وسط به حساب آمده، با اندازهٔ کتلهٔ آن جسم نسبت مستقیم دارد.

عنوان درس: (تمرین بالای حل سؤال های فصل ششم**)، شمارهٔ درس: (۸، ۹، ۱۰)، صفحهٔ کتاب: (۱۶۸)، وقت: (**سه ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	حل سؤال های اخیر فصل ششم

درس های هشتم، نهم و دهم سه ساعت درسی به عنوان آخرین دروس برای حل سؤال های اخیراین فصل تخصیص داده شده است. لازم است تا معلم صاحب محترم در حل سؤال ها شاگردان را ذهناً کمک نموده یکجا با آن ها در حل سؤال ها سهم بگیرد و مراحل حل هر سؤال را تشریح کند؛ همچنان معلم ارتباط محتویات مفهومی سؤال ها را به عنوان و اهداف آموزشی درس مربوطه توضیح نماید تا شاگردان ذهناً و علماً مفاهیم را درک و درزنده گی روزمره از آن درعمل استفاده کرده بتوانند.

جواب۱: کتلهٔ جسم، سرعت

جواب۲: تغییرات مومنتم، درجهٔ زمانی

جواب۳: منتجه در مومنتم جسم

جواب۴: برابر ، خلاف

جواب۵: جزء د

جواب۶: جزء الف

جواب۷: جزء الف

جواب۸: جزء د ، زیرا هر گاه قیمت های داده شده در متن سؤال وضح شوند تحفظ مومنتم قبل و بعد از تصادم دیده نمی شود یعنی : $m_A v_A + m_B v_B \neq m_A v'_A + m_B v'_B$ و بنا بران تحفظ انرژی حرکی نیز صورت نگرفته است.

حل۹: جزء ب درست است زیرا:

$$\left.\begin{array}{l} F = 4N \\ F_{fr} = ?kg(0.25N) = 8(0.25N) = 2N \\ p = 5kg\dfrac{m}{s} \\ t = ? \end{array}\right\}$$

$F' = \dfrac{\Delta p}{\Delta t} = \dfrac{p}{t} \Rightarrow t = \dfrac{p}{F'}$ قوهٔ است که جسم را به حرکت می آورد

$$F' = F - F_{fr} = 4N - 2N = 2N$$

$$t = \frac{p}{F'} = \frac{5kg}{2kgm/s^2} = 2.5kg\frac{m}{s}\cdot\frac{s^2}{kg\cdot m} = 2.5s$$

حل۱۰: جزء ج، زیرا ($tg\ \alpha = \dfrac{P}{t} = \dfrac{mv}{t}$ = میل) بوده و واحد آن $kg\,m/s^2$ یعنی واحد قوه می باشد.

نوت: (در توان تحت قوهٔ ثابت $5N$ تصحیح گردد).

حل۱۱: جزء ب، زیرا $= P = F.t = 5N \cdot 6s = 30kg\,m/s$ مومنتم بعد از ۶ ثانیه

جواب ۱۲: قوه

جواب۱۳: امپولس عبارت از حاصل ضرب قوهٔ F و زمان t است.

جواب۱۴: مومنتم جسم عبارت از حاصل ضرب کتله و سرعت حرکت جسم است.

جواب۱۵: قانون تحفظ مومنتم خطی توضیح می دارد که مومنتم در تأثیرات متقابل یک تصادم بین دو جسم ثابت بوده و بدون تغییر باقی می ماند.

حل ۱۶: جواب سؤال را در پراگراف های اول و دوم صفحهٔ (۱۵۹) دیده می توانید.

حل ۱۷:

$m_1 = 5g$
$m_2 = 10g$
$v_1 = 2500\ cm/s$
$v_2 = ?$
$M = (m_1 + m_2) = ?$
$v = 2cm/s$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = M.V = 2.M$$
$$M = m_1 + m_2 = 5 + 10 = 15\ g$$
$$M = 15g$$
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 2.M$$
$$m_2 v_2 = 2.M - m_1.v_1$$
$$v_2 = \frac{2.M \quad m_1 v_1}{m_2}$$
$$v_2 = \frac{(2\times 15)grcm/s - (5.2500)gr\,cm/s}{10g}$$
$$v_2 = \frac{30g\,cm/s - 12500g\,cm/s}{10g}\ cm/s$$
$$v_2 = \frac{-12470}{10}\ cm/s$$
$$v_2 = -1247\,cm/s$$

علامهٔ منفی نشان میدهد که جسم m_2 قبل از تصادم به مقابل کتلهٔ m_1 در حرکت بوده است.

حل۱۸: برای حل این سؤال و پاسخ به آن به پراگراف اخیر صفحهٔ (۱۵۹) و پراگراف اخیر صفحهٔ(۱۶۱) کتاب رجوع شود.

حل۱۹:

$I = 300\ \ N.s = 300\ kg.m/s^2\ .s = 300\,km/s$
$m = 2\,kg$
$v = ?$

$$I = m.v \Rightarrow v = \frac{I}{m}$$
$$v = \frac{300\,kg.m/s}{2\,kg} \Rightarrow v = 150\,m/s$$

حل۲۰:

$m = 10gr$
$v_1 = 10m/s = 1000\ cm/s = 10^3\,\frac{cm}{s}$
$I = 1000dey\ .s = 10^3\ gr\,cm/s^2.s = 10^3\ grcm/s$
$v_2 = ?$

$$I = mv_2 - mv_1$$
$$10^3 \ gr.cm/s = 10gr\,v_2 - 10g.10^3 \ cm/s$$
$$10^3 \ gr.cm/s = 10gr\,v_2 - 10^4 \ gr \ cm/s$$
$$10 \ gr \ v_2 = 10^3 \ gr \ cm/s + 10^4 \ gr\,cm/s$$
$$10\,gr \ 02 = 11000 \ gr\,cm/s$$
$$v_2 = \frac{11000g.cm/s}{10g} \ cm/s$$
$$v_2 = 1.1\times10^3 \ cm/s$$

حل ۲۱- جزء a:

$m_1 = 21 \, kg$ کتلهٔ طفل

$m_2 = 5.9\,kg$ کتلهٔ بایسکل

$v = 4.5 \ m/s$

مومنتم طفل $= P_1 = ?$

مومنتم بایسکل $= P_2 = ?$

مومنتم مجموعی $= P_1 + P_2$ ، $P = ?$

(مومنتم طفل) $P_1 = m_1 . v_1$
$$P_1 = 2\,kg \ . \ 4.5\,m/s$$
$$P_1 = 9 \ kg \ . \ m/s$$

حل جزء b:

$$P_2 = m_2 \ . \ v_2$$
$$P_2 = 5.9 \ kg . \ 4.5 \ m/s$$
$$P_2 = 26.55\,kg\,m/s$$

حل جزء c:

(طفل و بایسکل) مومنتم مجموعی $= P = P_1 + P_2$
$$P = 9 \ kg \ m/s + 26.55kg\,m/s$$
$$P = 35.55 \ kg \ m/s$$

حل ۲۲: چون سیستم کتله ها به سمت شمال شرق در حرکت است، پس مومنتم مرکبه های x را به $\cos\theta$ و مومنتم و مومنتم های مرکبه های y را به $\sin\theta$ ضرب نموده سؤال را حل میکنیم.

$m = 0.5 \ kg$

$v = 15\,m/s$

$t = 0.02\,s$

$F = ?$

$$F \ \Delta t = m. \ \Delta v$$
$$F. \ 0.02s = 0.5 \ kg.15m/s$$
$$F. \ 0.02s = 7.5\,kg\,m/s$$
$$F = \frac{7.5\,kg.\frac{m}{s}}{0.02\,s} = 375 \ kg \ \frac{m}{s^2}$$
$$= 375 \ N$$

نوت: حرکت به سمت شمال است؛ پس $\theta = 90^\circ$ بوده $\sin \ \theta = 1$ و $\cos\theta = 0$ است یعنی مومنتم مرکبهٔ x صفر و مومنتم حاصلهٔ فوق همان مومنتم توپ به استقامت محور y می باشد.

حل۲۳:

حل سؤال در حالت جزء a:

چون در این حالت، $0 = v_1'$ = سرعت توپ سبز بعد از تصادم

پس در این حالت ? = v_2'

$$m v_1 + m v_2 = m v_1' + m v_2'$$
$$0.5kg \times 12\ m/s + 0.5kg \times 0 = 0.5kg \times 0 + 0.5kg \times v_2'$$
$$0.5kg \times v_2' = 6\ kg\ m/s$$
$$v_2' = \frac{6kg\,m/s}{0.5kg} = \frac{60}{5}\ m/s$$
$$v_2' = 12\ m/s$$

کتلۀ توپ سبز = کتلۀ توپ آبی = $m = 0.5kg$

سرعت اولی توپ سبز = $v_1 = 12\ m/s$

سرعت اولی توپ آبی = $v_2 = 0$

سرعت بعد از تصادم توپ آبی در حالات a و b = $v_2' = ?$

حل جزء b:

نوت: قبل از حل متن را چنین اصلاح کنید: با سرعت $v_1' = 5\ m/s$ در عین جهت ادامه میدهد.

چون بعد از تصادم توپ سبز به حرکتش به سرعت $5m/s$ ادامه می دهد پس $v_1' = 5\ m/s$ بوده، بنابرآن v_2' در این حالت چنین محاسبه می شود:

$$m v_1 + m v_2 = m\ v_1' + m v_2'$$
$$m v_2' = m v_1 + m v_2 - m v_1'$$
$$v_2' = \frac{m v_1 + m v_2 - m\ v_1'}{m} = \frac{m\ (v_1 + v_2 - v_1')}{m}$$

بعد از وضع قیمتها می توان نوشت: $v_2' = v_1 + v_2 - v_1' \Rightarrow v_2' = 12m/s + 0 - 5m/s = 7m/s$

حل۲۴: جزء a

$$m \times v_o = m \times v + \mu v$$
$$m + (m + \mu)v = m \times v_o$$
$$v = \frac{m}{m + M} v_0$$
$$v = \frac{600kg}{600kg + 900kg} . 2m/s$$
$$v = \frac{1200kg\ m/s}{1500kg} \Rightarrow 0.8m/s$$

$m = 600kg$

$M = 900kg$

$v_0 = 2m/s$

$v = ?$

حل جزء b: (مومنتم بعد از تصادم) $M \times 0 + mv_1 = M\vec{V} + mv_2$ (مومنتم قبل از تصادم)

$$M \times v_1 = Mv + Mv_2$$
$$20gr.2000cm/s = 500gr.\vec{V} - 20gr.1000cm/s$$
$$40000gr\ cm/s = 500gr.\vec{V} - 20000gr.cm/s$$
$$500gr.\vec{V} = (40000 + 20000)gr\,cm/s$$
$$\vec{V} = \frac{60000gr\,cm/s}{500gr}$$
$$\vec{V} = 120cm/s$$

$m = 20\ gr$

$M = 500\ gr$

$v_1 = 20m/s = 2000cm/s$

$v_2 = 10m/s = 1000cm/s$

$\vec{V} = ?$

حل جزء c:

$M = 10\,gr$
$m = 5gr$
$v_1 = 2\,m/s = 200\,cm/s$
$v_2 = 1\,m/s = 100\,cm/s$
$\vec{V} = ?$

(مومنتم قبل از تصادم) $M \times 0 + mv_1 = M\vec{V} + mv$ (مومنتم بعد از تصادم)

$$5gr\ .\ 200\,cm/s = 10gr.\vec{V} + 5gr.100\,cm/s$$
$$1000\,gr\,cm/s = 10\,gr \cdot \vec{V} + 500\,gr\,cm/s$$
$$10\,gr.v = 1000\,gr\,cm/s - 500\,gr\,cm/s$$
$$\vec{V} = \frac{500\,gr\,cm/s}{10\,gr}$$
$$\vec{V} = 50\ cm/s$$

حل جزء d: نسبت غلطی متن از جزء d صرف نظر شود

حل۲۵:

$m_1 = 0.015kg = 15gr$ = کتلهٔ تشلهٔ اولی

$v_1 = 22.5\,cm/s$ = سرعت تشله اولی قبل از تصادم

$m_2 = m_1 = m = 0.015kg = 15gr$ = کتلهٔ تشلهٔ دومی

چون حرکت به سمت مخالف است، پس: $v_2 - 18\,cm/s$ = سرعت تشلهٔ دومی قبل از تصادم

$v_1' = 18\ cm/s$ = سرعت تشلهٔ اولی بعد از تصادم

$v_2' = ?$ = سرعت تشلهٔ دومی بعد از تصادم

حل: داریم که:

$$m\,v_1 + m_2\,v_2 = m_2\,v_1' + m\,v_2'$$
$$m_1 v_1 + m v_2 = m v_1' + m v_2'$$
$$m\,v_2' = m\,(v_1 + v_2 - v_1') \Rightarrow v_2' = v_1 + v_2 - v_1'$$

بعد از وضع قیمتها داریم : $v_2' = 22.5\,cm/s + (-18\,cm/s) - 18\,cm/s$

$$v_2' = 22.5\,cm/s = v_1$$

حل۲۶:

$$m.v_0 = m.V + M.\,v = v\,(m + M)$$

$m = 500\,kg$
$M = 4500\,kg$
$v_0 = 15\,m/s$
$v = ?$

$$v = \frac{m}{(m+M)}.\,v_0$$
$$v = \frac{500\,kg}{500\,kg + 4500\,kg}\ .\ 15\ m/s$$
$$v = \frac{7500\,kg\ m/s}{5000\,kg} = \frac{75}{50}.\frac{m}{s}$$
$$v = 1.5\,m/s$$

فصل هفتم

ستاتیک سیال ها (سکون نسبی سیال ها)
Static Fluids

نگاه عمومی فصل

در این فصل ما به مطالعهٔ قوه هایی که یک مایع را در تعادل نگهمیدارند و همچنان آن قوه ها که قسماً و یا به طور کل بالای یک جسمی که در داخل یک مایع فرو برده می شود خواهیم پرداخت. در مطالعهٔ این بحث قانون ارشمیدس(که یکی از قدیم ترین قوانین کمّی شناخته شدهٔ ساینس است) اهمیت اساسی دارد. تطبیق این قانون، مخصوصاً در تعیین نمودن کثافت های نسبتی اجسام عملی و قابل بحث می باشد. باید اضافه کرد که حالت های تعادل یک جسم شناور نیز در این فصل به بحث گرفته می شود و از آن در حل پرابلم های خاص استفاده خواهد شد.

به خاطر باید داشت که کلمهٔ سیالها مختص به مایعات نبوده؛ بلکه حداکثر قوانین و مفاهیمی که در بحث مایعات در این فصل مطالعه می گردد، بالای تمام سیالها(مایعات و گازات) قابل تطبیق می باشد.

درین فصل موضوعاتی مانند سیال های در حال سکون و قوه هایی که توسط آنها به وجود می آید مورد بحث قرار میگیرد و همچنان مفاهیم فشار و قوه های صعودی را با اجرای فعالیت هایی که می تواند مهارت های علمی و دانستنی های مفید در مورد خواص سیال ها را به شاگردان رشد دهدتدریس و عملی خواهد شد. با فرا گرفتن این مهارتها و دانستنی ها، شاگردان می توانند به سؤالات مطرح در این بحث و سؤالات دیگری که در زنده گی روزمره با آن مواجه می شوند جواب بدهند و به اهداف ذیل برسند:

- سیال ها را تعریف کرده بتوانند.
- فشار وارده توسط سیال ها را توضیح داده بتوانند.
- رابطه بین فشار مایع در یک نقطهٔ معین مایع و کثافت آن، عمق یک نقطهٔ مایع و شتاب جاذبه یی را دریافت کرده بتوانند.
- تحلیل کرده بتوانند که چطور فشار اتموسفیر نظر به عمق در جو تغییر می کند و در ادامهٔ فصل ضمن اینکه شاگردان باید استفاده از مونومتر (آله یی که برای اندازه گیری فشار سیال ها در محفظه های بسته به کار می رود) را بدانند، رابطه بین فشار و قوهٔ صعودی سیال ها را تشریح و مسأله های ریاضی را با استفاده از قوانین فشار پاسکال و ارشمیدس حل کرده بتوانند و همچنان در پایان فصل، عملیهٔ غرق شدن یا شناور بودن یک جسم را در سیال پیش بینی کرده بتوانند.

تأکید می گردد که شاگردان با درک مفاهیمی که از این فصل می آموزند، از طریق برقرار کردن ارتباط با همصنفان شان در مورد موضوعات بحث شده در جریان هر درس تبادل نظر نمایند.

انتظار می رود با مطالعهٔ این فصل حس کنجکاوی شاگردان تحریک شده و به کار های علمی دانشمندان ارج گذاری نمایند.

معلم صاحب باید مواد ضروری دروس این فصل را که در انجام دادن فعالیت ها ضرورت است، از قبل آماده ساخته و شاگردان را در شناخت اهداف فعالیت ها کمک و رهنمایی لازم نماید.

روش های تدریس: لکچر، مشاهده، کار گروپی و سؤال و جواب.

این فصل شامل ۷ درس بوده و در چوکات ده ساعت درسی در نظر گرفته شده است که عناوین درسها و تعداد ساعات درسی در جدول زیر معرفی گردیده است:

عنوان فصل	عنوان های درس ها	تعداد ساعات درسی
ستاتیک سیالها (سکون نسبی سیالها)	سیالها، فشار سیال ها	۱
	اندازه گیری فشار مایع	۲
	فشار اتموسفیر	۱
	اندازه گیری فشار در مایعات محصورشده	۲
	انتقال فشار در سیال ها (قانون پاسکال	۱
	قانون ارشمیدس	۲
	تمرین بالای سؤالات اخیر فصل	۱

عنوان درس: (ستاتیک سیالها**)، شمارهٔ درس: (۱)، صفحهٔ کتاب: (۱۷۰)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	سیالها، فشار سیال ها
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن مفهوم سیال و تعریف کردن آن. • تعریف نمودن فشار توسط کلمات و سمبول ها. • توضیح نمودن خواص سیالها و مقایسهٔ خواص جامدها، مایع ها و گازها بر اساس تیوری انرژی حرکی مالیکولی. • تطبیق نمودن فورمول $P=\frac{F}{A}$ با استفاده از واحدهای SI.
۳– روش های تدریس	لکچر، مشاهده، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	کتاب، تخته، تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، عنوان درس را روی تخته می نویسیم و برای ایجاد انگیزه شاگردان را متوجه شکل درس نموده و از آنها میخواهیم تا برداشتها و نتایج مشاهدات خود از شکل را به زبان خود بیان نمایند و در اخیر از آنها می پرسیم که آنها تاکنون در بارهٔ سیال و فشار در سیالها چقدر میدانند؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– دربارهٔ معلومات گذشته پیرامون شکل، حجم و مشخصات ماده در هریک از حالتهای آن مباحثه کنید. – شاگردان را متوجه سازید که مایعات و گازات شکل معین ندارند و قدرت سیلان(جاری شدن) را دارا می باشند و از همین سبب به آنها سیال می گویند. – آنچه را شاگردان در بارهٔ فشار می دانند بیاد آورید و با آنها تکرار کنید. – از شاگردان در بارهٔ فشار سؤالهایی را مانند ذیل بپرسید: چرا نوک یک میخ جسم را سوراخ میکند؟ چرا شما احساس خسته گی می کنید وقتی که بالای انگشتان پاهای تان ایستاده می شوید؟ فشار چیست؟ چطور می توانیم فشار را به زبان ریاضی تعریف و حساب نماییم؟و امثال آن. – شاگردان را رهنمایی کنید تا فشار را تعریف نمایند و معادلهٔ $P=\frac{F}{A}$ را به فهم خود شان بنویسند. در بارهٔ واحدهای A و F در سیستم SI از شاگردان بپرسید، معادله و واحدها را روی تخته ثبت نمایید. – به شاگردان بگویید که واحد فشار $(P=\frac{N}{m^2}=1\ P_a)$ به افتخار کوشش های پاسکال در سیالهای ساکن به نام وی نامگذاری شده است.

	- حل مثال درس را روی تخته به شاگردان توضیح نمایید. - نتایج عمدهٔ درس را از طریق مباحثه پیرامون (تعریف و خواص سیالها، تعریف فشار،معادلهٔ فشار و واحد های مربوط و تعریف واحد پاسکال) روی تختهٔ سیاه خلاصه کنید.
۷- تحکیم درس (۵ دقیقه)	جهت تحکیم هر چه بیشتر درس از چند شاگرد سؤالات مختصری را طرح نموده درس را تکرار می کنیم. مفاهیم عمدهٔ درس را توسط شاگردان توضیح و تعریف نموده از آنها می خواهیم تا سؤالهای مربوط به درس را در خانه حل نمایند.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	از نتیجهٔ سهمگیری شاگردان در حل مثال و طرح سؤالهای کوتاه مرتبط با اهداف درس از چندتن آنها میتوانیم درس را ارزیابی کنیم و از درجهٔ مؤثریت مطلوب آموزشی درس اطمینان حاصل نماییم. به خاطر داشته باشید که: در مراحل ۷ و ۸ برای تحکیم، ارزیابی و ختم هر درس تا اخیر این فصل شیوه و طرز العملی را که در این درس ارائه شد رعایت و تطبیق نمایید.
۹- جواب به سؤالهای درس	-۱ $F = 6000\,N$ $P = \frac{F}{A}$ $A = 3\,m^2$ $P = ?$ $P = \frac{6000\,N}{3\,m^2} = 2000\ Pa$ -۲ $F = ?$ $P = \frac{F}{A}$ $A = 12\,m^2$ $F = P\,.\,A$ $P = 25\ Pa$ $F = 12\,\cancel{m^2}\ .\ 25\,\frac{N}{\cancel{m^2}}$ $F = 300\ N$

۱۰ معلومات اضافی	- بعضی از شاگردان در فهمیدن اینکه گازها سیالها هستند مشکلات دارند. دلیل این مغشو شیت ممکن است فقط استعمال کلمهٔ سیال باشد، زیرا به زبان عامیانه معمولاً سیال محض به مایعات اطلاق می شود. برای رفع این مشکل دو فلاسک را آماده ساخته، یکی از آنها را با آب رنگه و دومی را با دود رنگه پرکنید. هر کدام آنها را به ظرفهای شیشه یی مشابه کلان خالی کنید. شاگردان مشاهده خواهند کرد که گاز (دود)انتشار (سیلان) می کند و پر اگنده می شود، در حالیکه آب رنگه به ظرف دومی میریزد و فقط شکل خود را تغییر می دهد (شکل ظرف را بخود میگیرد)، که به همین سبب هم به مایعات و هم به گاز ها سیال گفته می توانیم. - قبل از اینکه درس را آغاز کنید ضرورت است تا بیانیه های ذیل را نزد خود تشریح کرده بتوانید: • تراکتور ها تایرهای بزرگ دارند(دلیلش را شرح دهید). • گرفتن یک وزن کلان توسط یک تار باریک به دست انسان صدمه می رساند(سببش چیست؟). - از یک توتهٔ اسفنج ($50cm \times 30\ cm \times 8cm$) و دو دانه خشت استفاده نموده یک فعالیت را دیزاین کنید تا ثبوت کرده بتواند که فشار مستقیماً متناسب به قوه (وزن) و معکوساً متناسب به مساحت قاعدهٔ جسم می باشد. - برای کسب معلومات بیشتر باید بدانید که: یکی از قدیمی ترین مبارزه جویی های بشر برای فهم طبیعت در ینجا نهفته است که چرا آب در فشار جوی و در درجهٔ حرارت بین $0\ C^{\circ}$ و $100C^{\circ}$ به حالت مایع است؟ چگونه آب در $0\ C^{\circ}$ از مایع به جامد و در درجهٔ حرارت بالا به بخار تبدیل می شود؟ به همین ترتیب صدها پرسش دیگر مطرح می شود. مطرح کردن هر پرسش گام برداشتن به سوی یک کشف جدید یا یک تیوری جدید است. اتم ها اجزای اصلی و سازندهٔ همه مواد هستند. اتم ها باهم ترکیب می شوند ومالیکول ها را به وجود می آورند که در حالت کلی، خواص بسیار متفاوت با اتم های تشکیل دهندهٔ خود دارند؛ مثلاً نمک طعام یک ترکیب کیمیاوی ساده است که از کلورین و سودیم تشکیل شده است، ولی نه به گاز سمی کلور و نه به فلز سودیم شبیه است. مالیکول، کوچکترین جزء یک ماده است که خواص کیمیاوی خود ماده را دارد. همه مواد می توانند به حالت جامد، مایع ویا گاز باشند. سیالات نام کلی است که مایعات و گازات را در برمی گیرد. در سیالات (مایعات یا گاز

ها) مالیکول ها به طور طبیعی تنظیم یافته است. فقط کثافت تعداد متوسط یعنی حد اوسط تعداد مالیکول ها در واحد حجم کاملاً معین است. در سیالات نیز مانند جامدات، اتم ها و مالیکول ها پیوسته در حرکت هستند.
معمولاً مایع و گاز را در حالت های جداگانهٔ ماده مطالعه میکنند. به طور کلی، تعیین اینکه یک ماده به صورت کدام یک از این دو حالت است دشوار نیست. تغییر فاز در درجهٔ حرارت و فشار مشخص رخ می دهد؛ اما اگر گاز خیلی متراکم باشد و درجهٔ حرارت به درستی تنظیم شود به نقطهٔ بحرانی می رسد، یعنی به شرایطی که در آن تمایز بین دو فاز ناپدید می شود.
از اصطلاح کلی سیال، واضح می شود که فاز های مایع و گاز از بعضی جهات باهم رابطهٔ نزدیکتری دارند نسبت با فاز جامد.
این شباهت ها کدام ها اند؟
اول: اینکه بعضی از خواص میخانیکی این دو فاز از نظر کیفی باهم شبیه اند. هر چند تفاوت های کمی و مهمی نیز وجود دارد، مایعات و گازات سیال هستند، یعنی جریان می یابند اما جامدات چنین نیستند.
دوم: در مقیاس مالیکولی نیز بین آنها شباهت هایی وجود دارد. در مایعات و گاز ها، مالیکولها به صورت تصادفی تنظیم شده اند و می توانند با سهولت نسبی داخل ماده حرکت کنند. این موضوع به کمک این واقعیت آشکار شده می تواند که اگر قطره یی از مایع سرخ رنگ به داخل یک گیلاس پر از آب ریخته شود، پس از مدتی همهٔ مایع را به طور یکنواخت رنگه می کند و هم چنین اگر عطر را در یک گوشهٔ اتاق بپاشید، بوی آن به سرعت در همه اتاق پخش می شود که این پروسهٔ انتشار حتی در جامدات و درجه حرارت هایی که به اندازهٔ کافی پایینتر از نقطهٔ ذوب هم باشد، نیز بطور بسیار ضعیف وجود دارد.
تفاوت بین مایعات و گازات در کجاست؟
- تفاوت اصلی در کثافت ذرات است. مطابق جدول زیر کتله و کثافت تعداد مالیکول های هر گاز در فشار جو و درجهٔ حرارت معیاری، هزار بار از کتله و کثافت تعداد مالیکول های مایعات و جامدات کمتر است؛ زیرا در مایعات و جامدات، اتم ها ومالیکول ها نسبتاً به هم نزدیک اند.
در گازات فاصلهٔ اتم ها بسیار زیاد است که این تفاوت زیاد فاصله ها در کثافت تعداد مالیکول ها تاثیر بارز دارد. اگر چه هم مایعات و هم گازات در برابرمتراکم شدن مقاومت می کنند؛ ولی گازات بیشتر از مایعات تراکم پذیر اند. همچنان، تغییر کثافت هنگام ذوب شدن معمولاً چند فیصدی است.

اکثر مواد هنگام انجماد منقبض می شوند؛ ولی چند تایی از آنهامخصوصاً آب منبسط می شود؛ اما مقدار انقباض یا انبساط نسبتاً ناچیز است. در هنگام گذار از فاز مایع به فاز گازی معمولاً تغییر بسیار بزرگی در کثافت صورت میگیرد.

جدول کثافت کتله یی و کثافت تعداد مالیکول های چند ماده در $0^\circ C$ و فشار 1_{atm}

ماده	حالت	کثافت کتله یی (kg/m^3)	کثافت تعداد مالیکول ها (مالیکول $/m^3$)
هوا	گاز	1.3	2.7×10^{25}
هیلیوم	گاز	0.18	2.7×10^{25}
هایدروجن	گاز	0.09	2.7×10^{25}
اکسیجن	گاز	1.43	2.7×10^{25}
کاربن دای اکساید	مایع	2.0	2.7×10^{25}
جیوه	مایع	1.4×10^{4}	4.2×10^{28}
آب	مایع	1.0×10^{3}	3.3×10^{28}
یخ	جامد	9.2×10^{2}	3.1×10^{28}
المونیم	جامد	2.7×10^{3}	6.0×10^{28}

دومین تفاوت مهم بین مایعات و گازات کثافت نسبتاً زیاد مایعات نسبت به گازات است. گازات آنقدر منبسط می شوند که همهٔ حجمی که آنها را محصور کرده است را پر می کنند، اما قوه های مدافعوی متقابلی که بر مالیکول های مایع (البته در ساحهٔ جاذبه یی زمین) وارد می شوند از انبساط آنها که متناظر است با پرشدن فضا، جلوگیری می کنند.

عنوان درس: (سیال ها**)، شمارهٔ درس: (۲)، صفحهٔ کتاب: (۱۷۱)، وقت: (**دو ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	اندازه گیری فشار مایع
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• شرح دادن اینکه سیالها چگونه فشار وارد میکنند؟ • روشنی انداختن براین اصل که؛ فشار مایعات در هر نقطه در تمام جهت ها عمود بالای سطح عمل می کند. • نمایش دادن تزاید فشار مایعات نظر به عمق. • استخراج رابطه بین فشار مایع در یک نقطه و کثافت مایع، عمق نقطه و شتاب جاذبه یی زمین. • تطبیق رابطهٔ $P = P_0 + \rho gh$ برای حل مسایل.
۳– روش های تدریس	سؤال و جواب، لکچر، کار گروپی (آموزش مبنی بر فعالیت)
۴– مواد ممد درسی	خریطهٔ پلاستیکی، سنجاق، قطی حلبی دراز، موم، سوراخ کن و آب
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی ویاد آوری مختصر از درس گذشته، برای ایجاد انگیزه سؤالی که زیر عنوان درس تذکر یافته ویا سؤال دیگری را که لازم می دانید در صنف مطرح نموده روی آن بحث کنید و سپس عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم.
۶– فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	- شاگردان را به گروپهای (۴ تا ۶) نفری که هر گروپ دارای یک سر گروپ باشد تنظیم کنید. - از شاگردان بخواهید تا به ترتیب فعالیت های اولی و دومی را با استفاده از یک تشت پر از آب صاف اجرا کنند. - از شاگردان بخواهید تا مشاهدات شان را ثبت و باهم مناقشه نمایند. - هر سر گروپ نتایج عمده یی را که گروپش ثبت نموده است در مقابل صنف روی تخته ارائه نماید. - برای رهنمایی شاگردان روی نتایج اول؛ اینکه فشار آب در یک نقطه به تمام جوانب بطور عمودی بالای سطح عمل میکند و دوم اینکه فشار نظر به عمق ازدیاد می یابد با شاگردان مباحثه نمایید. - دیاگرام شکل صفحهٔ (۱۷۳) کتاب را روی تخته رسم کنید. - شاگردانیکه علاقه دارند تا دربارهٔ قوه هایی را که بالای جسم غرق شده در آب و جدار های ظرف عمل می کند صحبت کنند، موقع دهید مطالب شان را تا ارائه کنند. - خلاصهٔ نتایج عمده را روی تخته بنویسید.

۷– ۸ تحکیم،ارزیابی و ختم درس (۱۲ دقیقه)	برای تحکیم، ارزیابی و ختم درس شیوه و طرز العملی که قبلاً در درس گذشته هدایت داده شده رعایت شود. چون این درس دارای فعالیت است، بنابرآن هم برای تحکیم درس و هم برای ارزیابی آن می توانید از اجرای تجارب نمایشی توسط شاگردان وهمچنان چک لست های تهیه شده بیشتر استفادهٔ کنید. علاوه بر آن د رقسمت تحکیم درس لازم است تا مثال داده شدهٔ درس را با سهمگیری فعال شاگردان حل نماییم. همین طور در بخش ارزیابی درس برای اینکه بدانیم تا کدام حد به هدف درس رسیده ایم، بهتر است سؤالاتی را مانند: مایعات چگونه بالای اجسام فشار وارد میکنند؟، چگونه اندازهٔ فشار مایع نظر به عمق آن فرق میکند؟ ویا رابطه بین فشار و عمق در یک نقطهٔ معین مایع را به زبان خود چگونه بیان کرده می توانند؟، و مانند این سؤال ها را مطابق میل تان از شاگردان بپرسید.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۶– فعالیت جریان درس (ساعت دوم) (۳۳ دقیقه)	– هشت دقیقهٔ اول درس را با احوالپرسی، تکرار نکات عمدهٔ درس گذشته و ایجاد انگیزه با شاگردان سپری کنید و (۲۵ دقیقهٔ) بعدی را به تطبیق هدایات ذیل به جریان درس بپردازید: – رابطه های ریاضی $\{W = mg$ و $m = \rho V$ و $V = A.h\}$ را که در آنها (W وزن، m کتله، g شتاب جاذبوی، ρ کثافت، V حجم، A مساحت و h ارتفاع اند) به خاطر شاگردان بیاورید. – به شاگردان بگوییدکه شما این رابطه ها را از طریق مباحثه توسط نمایش دیاگرام شکل متن درس و استفاده از تختهٔ سیاه و تباشیرهای رنگه شرح کرده می توانید. – شاگردان را وادارید تا در استخراج رابطهٔ $P = P_o + \rho gh$ سهیم شوند. – مفهوم فشار داخلی (Gauge Pressure) را به شاگردان توضیح نموده وهمچنان مفهوم مقدار فشار داخلی $(P - P_o) = (\rho gh)$ را به اوشان توضیح دارید. – مثال اخیر درس را روی تختهٔ سیاه به شاگردان توضیح نمائید. – به شاگردان وظیفه دهید تا سؤال مفهومی شماره (۴) صفحهٔ (۷۷) کتاب را حل نمایند.
۷–۸ تحکیم، ارزیابی وختم درس (۱۲ دقیقه)	در این مرحله مطابق هدایات قبلی (ساعت اول این درس) عمل کنید.

۹- جواب به سؤالهای متن درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۱۰- معلومات اضافی	ارتباط فشار مایع نظر به عمق برای زرافه مشکلاتی ندارد؛ زیرا او قلب کلان و دارای سیستم والهای مغلق و پیچیده بوده و همچنان رگهای ارتجاعی جذب کنندهٔ خون در مغز دارد. اگر این ساختمانهای مغلق وجود نمی داشت، ممکن وقتیکه زرافه سرش را بالا می کرد، به آن ارتفاع خون نمی رسید، پس بیهوش می شد و زمانیکه سر را پائین می کرد، در دماغش خونریزی رخ میداد. **فعالیت اضافی** ۱- آله یی را که در دیاگرام زیرنشان داده شده بسته کاری نمایید. ۲- ظرف عمیقی را تا یک اندازهٔ معین از آب پر نموده، آماده سازید. ۳- قیف را در آب فروبرید و از شاگردان بخواهید تا سطح آب رنگه را در ستون با تغییرات وارده در عمق وسمت دهن قیف یاد داشت نمایند. از انها بخواهید تا در بارهٔ مشاهدات شان آزادانه بحث نمایند. نل انتقال دهنده آب رنگه تیوب یو مانند آب قیف پوش شده با پردهٔ رابری **سؤالهای تقویتی** ۱- هر گاه ظرفی را که پر از آب است سوراخ نمایید، آب از ظرف به کدام سمت به طرف بیرون فواره می کند؟ ۲- عمق بحر را که فشار در آن عمق سه چند فشار اتموسفیر باشد حساب کنید، در صورتیکه: {فشار اتموسفیر = $1{,}013 \times 10^5 P_a$ ، کثافت آب = $1.025\times10^3 k/m^3$} و $g = 9{,}8\frac{m}{s^2}$ باشند.

عنوان درس: (فشار اتموسفیر**)، شمارهٔ درس: (۳)، صفحهٔ کتاب: (۱۷۵)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	فشار اتموسفیر
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف کردن فشار اتموسفیر. • استفاده از بارومیتر و ترسیم نمودن آن. • شرح کردن اینکه چرا در طیاره ها اکثراً از تنظیم کنندهٔ فشار استفاده می کنند. • تحلیل کردن اینکه چگونه فشار اتموسفیر با ارتفاع تغییر می کند. • استدلال نمودن بر تغییرات فشار اتموسفیر در ساحات مرتفع و ساحات پائین.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب، فعالیت نمایشی
۴– مواد ممد درسی	قطره چکان، پیاله و آب
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف و یاد آوری درس گذشته، برای ایجاد انگیزه از یک شاگرد بخواهید تا در مقابل شاگردان یک پوقانه را تاوقتی پُف کرده برود تا بکفد. از شاگردان بپرسید: چرا جسامت بالون کلان شده می رفت؟ چرا بالون بلآخره کفید؟
۶– فعالیت جریان درس (ساعت اول) (۲۸ دقیقه)	– نوشتن عنوان درس روی تخته. – پرسیدن از شاگردان در بارهٔ معلومات گذشتهٔ شان: فشار چیست؟ فشار مایع چیست؟، اتموسفیر چیست؟ روی جوابها بطور مفصل مباحثه نمایید. – دیاگرام بالون پُف شده را روی تخته مانند شکل زیر ترسیم نموده و به شاگردان توضیح بدارید، چگونه قوه ها برجدارهای بالون عمل می کنند و سبب می شوند تا بالون حجم خود را زیاد کند. دیاگرام بالون پُف شده –اگر به دسترس باشد، بارومیتر توریچلی را به آنها نمایش دهید. در صورتیکه موجود نباشد، دیاگرام آن را روی تخته رسم نموده و با روش سؤال و جواب ثابت نمایید که: $P_0 = \rho_{Hg} gh$ «از شاگردان بخواهید که متن معلومات اضافی این صفحه را خود مطالعه و برای یکدیگر توضیح نمایند.». برای پاسخ دادن به سؤالی که آیا سمت جاری شدن سیال را تعیین کرده می توانید؟ جواب ارایهٔ کرده سپس فعالیت داده شدهٔ درس را در صنف اجرا می نماییم. هدف فعالیت، تفاوت فشارها و جریان یافتن سیال است و بدین منظور مواد مورد ضرورت فعالیت را که از قبل آماده شده و با خود داریم، در اختیار شاگردان قرار داده وبا سهمگیری فعال شان مطابق دستورالعمل کتاب فعالیت را انجام می دهیم.

- از شاگردان می خواهیم آنچه را مشاهده می نمایند در مورد چگونگی کار قطره چکان یاد داشت نمایند و توضیح بدهند که چرا آب در قطره چکان بالا میرود و چرا آب را می توان با فشار از قطر چکان خارج ساخت؟ با انجام این تجربه به این نتیجه میرسیم که سیال ها از ساحهٔ فشار بلند به ساحهٔ فشار پایین جریان پیدا میکند. نتیجه را روی تخته یاد داشت می کنیم و در ادامهٔ درس از شاگردان می پرسیم که اگر از جسم شما فشار اتموسفیر دور شود، چه واقع می شود؟ باشنیدن نظریات شاگردان در مورد، موضوع درس را به صورت کل برای شان توضیح داده ومثال داده شدهٔ درس را با سهمگیری فعال شان روی تخته حل و توضیح می نماییم. - مثال صفحهٔ (۱۷۷) کتاب درسی را می توان به شاگردان بطور ذیل نیز توضیح نماییم: حل: $\rho_{Hg}=13595\frac{kg}{m^3}$ $g=9.80666\frac{m}{s^2}$ $h=76cm=0.76m$ $\rho_0=\rho_{atm}=?$ $\rho_{atm}=\rho\cdot g\cdot h$ $\rho_{atm}=13595\frac{kg}{m^3}\times 9.80666\frac{m}{s^2}\times 0.76m$ $\rho_{atm}=101324.372\frac{kg\cdot m\cdot m}{m^3\cdot s^2}=1.013\times 10^5\frac{N}{m^2}$ $\rho_{atm}=1.013\times 10^5 P_a=1atm$ - توضیح دهید که یک اتموسفیر فشار مساوی است به $(1.013\times 10^5)P_a$.	
برای تحکیم هر چه بیشتر درس، نکات کلیدی و مهم را به صورت سؤال و جواب و مباحثه تکرار نموده و علاوه بر آن سؤالات اساسی که با اهداف درس رابطهٔ مستقیم داشته باشد و بتواند مفاهیم را تعریف و توضیح نماید، مطرح نموده و با سهمگیری فعال شاگردان برای در یافت جواب های صحیح و درست بحث می نماییم.	**۷- تحکیم درس** (۷ دقیقه)
جهت ارزیابی درس، سؤال های کوتاه مرتبط به اهداف درس مانند: فشار اتموسفیر چیست و چطور اندازه گیری می شود؟ تغییر فشار بالای جسم شما چه اثر دارد؟ و امثال آن را مطرح می نماییم. همچنان با استفاده از چک لست مشاهدات از فعالیت ها و طرح سؤالات شفاهی اساسی و اختیاری، درس را ارزیابی می کنیم. در ختم درس به شاگردان وظیفه دهید تا سؤالهای مفهومی (۱،۲ و ۳) صفحهٔ (۱۷۷) کتاب را حل نمایند.	**۸- ارزیابی ختم درس** (۵ دقیقه)
۱- به سبب اینکه فشار سیالها (مایع ها و گاز ها) در داخل بدن مساوی و مخالف فشار هوای خارج بدن می باشد. ۲- برای مصونیت مسافران طیارات به ارتفاع بلند که فشار بیرونی کاهش می یابد، مایعات و گازات داخل وجود به شدت فشار وارد می کنند تا خارج شوند. ۳- وقتی می مکید، فشار داخل نیچه کاهش یافته وفشار اتموسفیر بالای شربت داخل بوتل فشار آورده شربت را از داخل نیچه به دهن می رساند. ۴- زیرا فشار نظر به عمق فرق می کند. چون قاعدهٔ حوض عمیق تر است، پس فشار در آن بیشتر است.	**۹- جواب به سؤالهای درس**

۱۰– معلومات اضافی	جالبترین نمایش فشار جو، صحنه یی بود که او توفون گریک، شهردارماگدبورگ، در قرن هفدهم برای امپراطوری فردیناند سوم و در بارش ترتیب داد. فون گریک که چند مخراج الهوا یا پمپ تخلیهٔ هوای نسبتاً خوب ساخته بود، دونیم کرهٔ میان خالی را از جنس برنز قالبگیری کرد وآنها را با مخلوطی از موم و گریس درز بندی کرد.وقتی حجم کره یی حاصل از هوا تخلیه شد، دو دستهٔ هشت اسپی در هر طرف، نتوانستند نیم کره ها را از یکدیگر جدا کنند؛ سپس سوراخی را گشودند تا هوا به داخل نیم کره ها راه یافت و دونیم کره به آسانی از هم جدا شدند و فرو افتادند.


الف

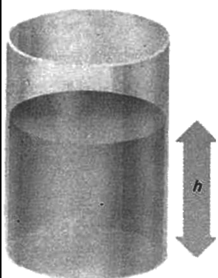

ب

کسانی که به درون حوض آببازی نموده اند، می دانند که فشار حتی اگر فقط یک یا چند متر از سطح زمین پایینتر رویم، به شکل محسوسی زیاد می شود. در شکل ظرف استوانه یی شکل را مشاهده می کنید که داخل آن مایع ریخته شده است وسطح این مایع با هوای آزاد ارتباط دارد. می خواهیم فشار را در فاصلهٔ h زیر سطح مایع در حالت تعادل تعیین کنیم. برای این منظور مایع را به صورت جسم آزاد در نظر گرفته و به جای ظرف قوه هایی را که دیواره های آن بر مایع وارد می آورند در نظر می گیریم.

قوه یی که برسطح بالایی مایع وارد می آید، عبارت است از $P_A \cdot A$ که P_A فشار هوا و A مساحت قاعدهٔ استوانه است. قوه یی که استوانهٔ مایع را نگهمیدارد $P_h'\ A$ بوده و P_h' فشاری است که بر سطح زیرین جسم آزاد، در عمق h نسبت به سطح وارد می آید. بنابر قانون سوم نیوتن، این مقدار برابر است با فشاری که مایع بر سطح نگهدارنده وارد می آورد. سطح زیرین، علاوه برقوهٔ $P_A\ A$ باید وزن ستون استوانه شکل مایع، یعنی $W = mg = \rho\ Vg = PAhg$ را تحمل کند؛ پس:

در حالت تعادل، $P_h'.\ A = P_A\ .\ A\ +\ \rho gh\ A = P_A\ A + P_h\ A$

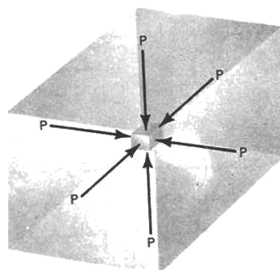
$$P_h' - P_A = \rho gh \Rightarrow P_h = \rho gh$$



ظرف استوانه یی شکل که در آن تا ارتفاع h مایعی به کثافت ρ ریخته اند

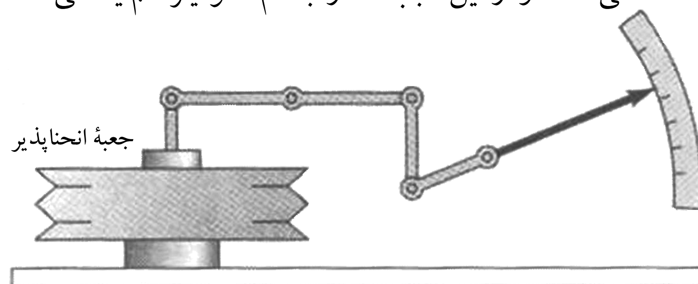
معادلهٔ بالانشان میدهد که فشار اضافی (علاوه بر فشار هوا) در عمق h از سطح مایع، متناسب است با g ، کثافت (ρ) مایع و عمق h. دلیل اینکه P_h در اینجا، تابع خطی از h است که مایعات در برابر تراکم نسبت به گاز ها بسیار مقاومترانـد. مایعات با تقریب خوب ، تراکم ناپذیر هستند، کثافت آنها ثابت است و برخلاف هوا کـه کثافت آن با افزایش ارتفاع به طور چشمگیر کم می شود، از ارتفاع مستقل است.

نوت: اگرچه جو راطوری تصور می کنیم که « به طرف پایین فشار می آورد» در حالیکه فشار در تمام جهات و به طور یکنواخت وارد می شود. برای روشن شدن این موضوع، ظرف بزرگ ازیک سیال (گازیا مایع) مطابق شکل ویک حجم مکعبی فرضی کوچک را در نظر بگیرید؛ اگر فشار وارد بریک وجه با فشار وارد بر وجه مقابل در موازنه نمی بود، برسیال داخل این حجم مکعبی قوهٔ خالص وارد می آمد و سیال در جهت آن قوه جاری می شد؛ چنین نتیجه می گیریم که در حالت تعادل ، فشار در هر نقطه یی از سیال در تمام جهات یکسان است.



بارومیتر انوراید: یک آلهٔ کوچک قابل انتقال است کـه فشار اتموسفیر را اندازه گیری میکند. این آله از یک جعبه(بکس کوچک) فلزی ساخته شده که قسماً پر از هوا بوده و به آسانی با تغییر فشار اتموسفیر انحناپذیر است. در جهٔ حرکت انحنا روی صفحهٔ مدرّج از طریق یک سیستم میخانیکی فنر ورافعه خوانده می شود.

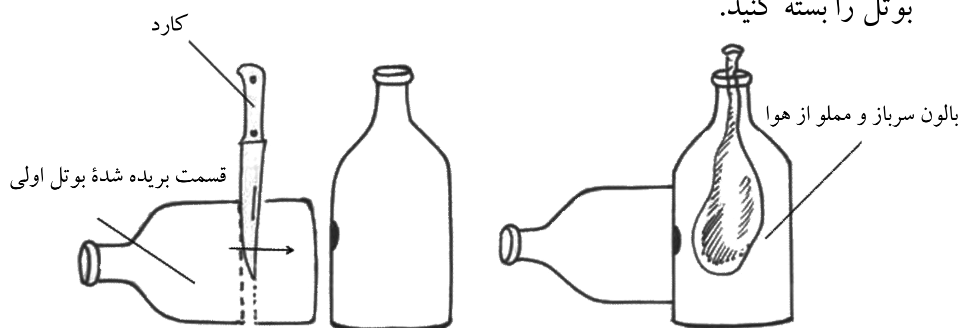
چون فشار اتموسفیر نظر به ارتفاع تغییر می کند، بنا برآن از این آله در تعیین ارتفاعات نیز استفاده می کنند و از این سبب آله را به نام آلتومیتر هم یاد می کنند.



بارومیتر انوراید

با اجرای یک فعالیت چگونه این مسأله را حل کرده می توانید؟ آیا ممکن است که یک بالون پُف شدهٔ سر باز داشته باشید؟ آیا ممکن است بالون پُر از هوای پُف شده را داشته باشید که سرش باز باشد و هوا از آن خارج نشود. برای جواب به این سؤال یک فعالیت را چنین انجام می دهیم:

۱- به دو بوتل پلاستیکی ضرورت داریم.
۲- با چاقوی حرارت داده شده قسمت بالایی یکی از بوتل ها را قطع کنید.
۳- قسمت پایین جانبی بوتل دومی را سوراخ نموده و قسمت قطع شدۀ بوتل اولی را به مقابل این سوراخ باسرش محکم کنید.
۴- بالون خالی را بری را داخل بوتل نموده، سرآن را با سر بوتل مطابق شکل طوری ببندید که دهن بالون باز باقی بماند.
۵- اکنون هوای داخل بوتل را توسط دهن بمکید تاآز هوا خالی گردد و به سرعت دهن بوتل را بسته کنید.



۶- مشاهده خواهید کرد که بالون (بدون اینکه دهن آن بسته باشد)پُف شده است. این عمل چرا صورت گرفته است؟ دلایل تان را به بحث بگذارید.
۷- به بالون ریگ های کوچک را انداخته و بگویید چگونه توانستید به بالون پر از هوا ریگ بیندازید، در حالیکه هوای آن خارج نمی گردد، فقط بحث و مناقشه کنید.

مسأله

دیده باشید که بایسکل شما خارپنچرشده باشد، وقتی پیداکردید که میخ داخل تایر شده، آن را بکشید. مشاهده خواهید کرد که هوا به شدت از تایر خارج می گردد، علتش را می دانید؟ بالای آن بحث کنید و چند جمله در بارۀ آن بنویسید.

بگذارید شاگردان تحقیق کنند

شاگردان را وادارید تا تأثیرات فشار اتموسفیر را بالای وضع آب و هوا تحقیق کنند. بگذارید آنها پوستری را بسازند که نتایج آن درآن نمایش داده شود.

عنوان درس: (اندازه گیری فشار در مایعات محصورشده)، **شمارهٔ درس:** (۴)، **صفحهٔ کتاب:** (۱۷۸)، **وقت:** (دوساعت درسی)

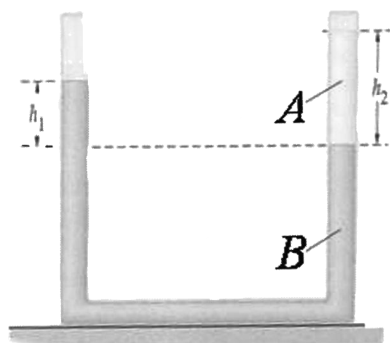
مطالب	شرح
۱– موضوع درس	اندازه گیری فشار در مایعات محصور شده.
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• توضیع دادن اینکه از یک مونومیتر چگونه برای اندازه گیری فشار یک مایع محصور شده استفاده می شود. • محاسبه نمودن فشار داخلی یک گاز محصور شده با استفاده از مونومیتر(تیوب دهن باز). • محاسبه کردن کثافت مایع با استفاده از تیوب یو مانند یکه قسماً از یک مایع دارای کثافت نا معلوم پرگردیده ومایع ها باهم بصورت حل نشده هستند. • نمایش دادن فشار داخلی بوردن (Bourdon Gauge).
۳– روش های تدریس	لکچر، مشاهده (تشریحی، توضیحی) و سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	مونومتر (تیوب دهن باز یو مانند)، تخته، تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی، تنظیم صنف وارزیابی درس گذشته، عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و توجه شاگردان را به آن جلب می کنیم. برای ایجاد انگیزه بطور مثال از شاگردان می پرسیم که: آیا می توانید مثالی از مایعات محصور شده را که در زنده گی روزمره با آن آشنا باشید، بیاورید؟ چطور می توانیم فشار در مایعات محصور شده را اندازه گیری نماییم؟
۶– فعالیت جریان ساعت اول درس (۲۸ دقیقه)	– با شاگردان موضوع اندازه گیری فشار اتموسفیر را تکرار نموده و بالای سؤالهای (۱، ۲ و ۳) وظایف خانه گی قبلی شان مباحثه کنید. – از آنها بپرسید، چطور می توانیم فشار هوای داخل بالون را اندازه نماییم؟ درمورد جوابات آنها مباحثه کنید. – به شاگردان بگویید که آنها جواب خویش را از پرسش فوق بعد از مشاهده و اجرای فعالیت مرتبط به سؤال شماره (۲) درس قبلی که یک نمایش عملی است بدست خواهند آورد. – مونومتر تیوب دهن باز را از آب رنگه پر کنید. – یک بالون باد پر شده را به انجام مونومیتر بسته کنید تا اجازه دهد هوای داخل بالون به شدت داخل تیوب مونومیتر گردد. – بالای مشاهدات شاگردان بحث کنید. – نتیجه یی را که شاگردان از فشار هوای داخل تیوب گرفته اند نوشته کنید.

۷– ۸ تحکیم درس، ارزیابی و ختم ساعت اول درس (۱۲ دقیقه)	جهت تحکیم درس با طرح سؤالاتی مانند: چند نوع آلات اندازه گیری فشار بالای مایعات محصور شده را می شناسید؟ مونومیتر دهن باز چه نوع مونومیتر است؟، آلهٔ فشار سنج نوع بوردن را تشریح کنید و چند سؤال دیگر برای تکرار درس طرح و روی جوابات ارائه شده با شاگردان مباحثه نموده و در حل مشکلات، آنها را کمک نمایید. جهت ارزیابی درس می توانید مانند گذشته با استفاده از مشاهدات و طرح سؤالاتی که مرتبط به اهداف درس باشند، آنچه را شاگردان آموخته اند به زبان خود توضیح و تشریح نمایند.
۹– جواب به سؤالات متن درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۶– فعالیت جریان ساعت دوم درس (۳۵ دقیقه)	- معادلهٔ فشار داخلی (gauge pressure) را روی تخته با ترسیم مونومیتر یومانند استخراج کنید و شاگردان را موقع دهید تا با سهمگیری و مباحثات شان استنباط نمایند که: $P - P_0 = \rho gh$ - مثالهای (۱) و (۲) را باشاگردان مباحثه نموده، آنها را روی تخته حل کنید و به روش مراحل حل پرابلم به آنها تاکید کنید. - به شاگردان یک مودل بوردن گیج را نمایش دهید، (اگر میسر نباشد، بوردن گیج هایی را که در ایستگاه های سرویس از آن استفاده می شود و یا توسط رسم آن در یک چارت ویا روی تخته) به قسمت های اساسی آن اشاره کنید و توضیح دهید که چگونه کار می کند.
۷ و ۸ تحکیم، ارزیابی و ختم درس ساعت دوم (۱۰ دقیقه)	برای تحکیم و ارزیابی ساعت دوم درسی مطابق هدایات ساعت اول عمل کند.
۹– جواب به سؤالات متن درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.

۱۰– معلومات اضافی (مربوط دو ساعت اول و دوم این درس)

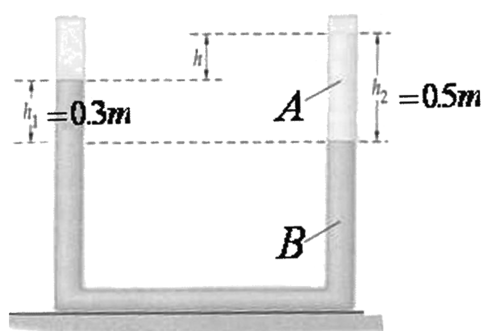
فیزیولوجیست های معاصر، استفاده از مونومیترهـای برقـی (Electro monometers) را نـسبت بـه انـواع تیـوب هـای Uماننـد کـه پـر زحمـت انـد تـرجیح مـی دهنـد. یـک تراندیوسر(Tranducer) آله یی است که یک نوع زیگنال برقی را به نوع دیگـر زگنـال برقی ترجمه و عوض می کند. در الکترو میتر ها، آلۀ تراندیوسر به آهـستگی تحـت عمـل فشاری که قرار است اندازه شود از حالت طبیعی خارج مـی شـود و ایـن تغییـر حالـت بـه یک زگنال برقی انتقـال نمـوده تقویـت مـی شـود و ثبـت مـی گـردد. بـرای دقـت بیـشتر، مونومیترهای برقی ضرورت به درجه بندی به اساس مونومیتر های سیمابی دارند.

فعالیت اضافی: شما می توانید از شاگردان بخواهید تا آنها عملاً بـا اسـتفاده از یـک تیـوب یو مانند، کثافت یک مایع A را که با مایع دیگر B با کثافـت معلـوم یکجـا بـوده و بـا آن حل نگردیده اندازه نمایند.



فعالیت تقویتی

کثافت مایع (B)را براساس اندازه گیری که در شـکل صـورت گرفتـه حـساب نماییـد در صورتیکه کثافت مایع A، ($\rho_A = 800\ \frac{kg}{m^3}$) باشد.



فعالیت توسعوی

یک تجربه را دیزاین کنید که کثافت تیل خاک را عملاً اندازه گیری کنـد. (شـمابايد در لابراتوار، تیوب U مانند، آب و خطکش به اختیار داشته باشید).

عنوان درس: (انتقال فشار در سیال ها**)، شمارۀ درس: (۵)، صفحۀ کتاب: (۱۸۰)، وقت: (**یک ساعت درسی**)**

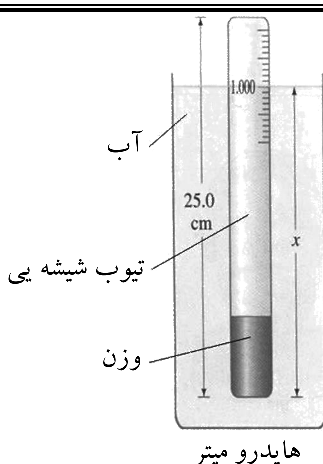
مطالب	شرح
۱– موضوع درس	انتقال فشار در سیال ها (قانون پاسکال)
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• بیان نمودن و توضیح کردن قانون پاسکال. • بکار بردن قانون پاسکال در حل مسایل ریاضی. • آشنایی با شکنجۀ آبی و موارد تطبیق آن در تکنولوژی مدرن. • شناخت ساختمان و چگونگی کار با ماشین شکنجۀ آبی. • شناخت سه آله برای تطبیقات عملی قانون پاسکال. • ثبوت کردن اینکه چرا شکنجۀ آبی یک تزئید کنندۀ قوه است توسط رابطۀ ریاضی.
۳– روش های تدریس	سؤال و جواب، فعالیت گروپی و لکچر.
۴– مواد ممد درسی	برای فعالیت ۱- بوتل استوانه یی کوچک $80cm - 8cm$ ، مرتبان شیشه یی طویل، پردۀ رابری ارتجاعی (پوقانه را با قیچی قطع نموده به حیث پردۀ رابری از آن استفاده نمایید)، آب و یک عدد تشله. برای فعالیت ۲- سرنج کوچک ، سرنج کلان ، نل رابری باریک و یک مایع (آب، تیل یا .....).
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام و احوالپرسی و تنظیم صنف، درس گذشته را به طور خلاصه از شاگردان می پرسیم و به تعقیب آن عنوان درس را روی تخته می نوسیم. برای ایجاد انگیزه سؤالات؛ مانند: هنگام برک گرفتن موتر چه حادثه اتفاق می افتد که سبب توقف دادن موتر با وزن سنگین آن می شود؟ نظریات شان را جمع بندی نموده آنها را کمک کنید تا از تأثیرات قانون پاسکال کم و بیش الهام بگیرند و آماده برای گرفتن درس جدید گردند.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- بوتل پلاستیکی سربسته را که تا نیم آن از آب پُر می باشد گرفته و قسمت جانبی تحتانی آن را سوراخ کنید. از شاگردان بپرسید که چه واقع خواهدشد اگر شما بوتل را توسط دستان تان فشار دهید؟ - فعالیت نمایشی را با استفاده از یک تشت برای فوران (بیرون راندن) آب انجام دهید. - از شاگردان بخواهید تا شرح دهند که چرا سرعت فوران آب زیاد می شود؟ - شاگردان را رهنمایی کنید تا به نتیجه برسند که فشار از طریق آب و جدار های بوتل انتقال نموده است. - عمل انتقال فشار از طریق مایع محبوس شده (چنانچه درشکل(۱۲-۷) متن از طریق $P = P_0 + \rho gh$ توضیح گردیده) را با شاگردان بطور منطقی مباحثه کنید. - شاگردان را تشویق کنید تا قانون پاسکال را به عبارات خود بیان کنند. - برای آموزش مبنی بر فعالیت (آموزش گروپی) عملیه های ذیل را اجرا کنید: • از گروپ ها تقاضا کنید تا فعالیت اضافی (ماشین هایدرولیکی) متن درس را انجام دهند. • شکل(۱۳-۷) متن کتاب، فشار هایدرولیک (شکنجۀ آبی) را ارایۀ میکند.

	• از یک گروپ بخواهید تا معادلهٔ فشار $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ را استخراج کند. • روی مثال متن کتاب مباحثه نموده وآن را روی تخته حل نمایید. • از شاگردان بخواهید تا سؤال متن را به کمک مثال قبلی حل نمایند و فعالیت صفحهٔ (۱۸۱) را به حیث وظیفهٔ خانه گی اجرا نمایند.
۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم هر چه بیشتر درس، شکنجهٔ آبی را توسط شاگردان با استفاده از وسایل مورد ضرورت در صنف طراحی می کنیم و سؤالات مربوط به آن را باشاگردان مباحثه می کنیم تا از این طریق درس را تکرار نموده واز آموختن مطلوب آن توسط شاگردان اطمینان حاصل کنیم.
۸- ارزیابی ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی درس می توانید با استفاده از متن درس، چند سؤالی مطابق میل تان بپرسید تا مطمئن شوید که شاگردان اهداف آموزشی(دانشی، مهارتی و ذهنیتی) درس را بدست آورده اند.
۹- جواب به سؤالات متن درس	وقتی که با دست تان یک تیوب را می فشارید، شما یک فشار اضافی را برآن وارد میکنید. آن فشار بدون کم و کاست بالای همه نقاط انتقال نموده و توسط یک قوه آنرا به بیرون میکشد.
۱۰- معلومات اضافی	قاعدهٔ پاسکال مانند مایعات برای تمام سیالها و گازات قابل تطبیق است. مورد خاص و واقعی تطبیق قاعدهٔ پاسکال برای گازها در ورکشاپهای ترمیم موتر دیده می شود. هوای تحت فشار در روی سطح گاز یا مایع (آب، تیل،...) که در یک عمق ذخیره شده است فشار وارد میکند، مایع یا گاز به نوبت خود فشار را به سلندر انتقال داده و در نتیجه موتر را بالا می کند و یا مایع را به فوران می آورد. **فعالیت تقویتی** هر گاه در یک ماشین هایدرولیکی(شکنجهٔ آبی) فشار اضافی $10\,N/cm^2$ وارد گردد، چقدر بار اضافی می تواند توسط پستون دومی دارای مساحت مقطع $50\,m^2$ بلند گردد، (و یا در توازن گرفته شود؟). **فعالیت توسعوی** سؤال: یک قوهٔ $500\,N$ بالای پستون دارای مساحت مقطع $50\,cm^2$ یک ماشین هایدرولیکی عمل میکند. a. فشار انتقال شده بالای مایع چقدر است؟ b. اگر پستون دومی دارای مساحت سطح $20\,cm^2$ باشد، قوهٔ وارد شده بالای آن چند است؟

عنوان درس: (قانون ارشمیدس)، **شمارهٔ درس: (۶)، صفحهٔ کتاب: (۱۸۳)، وقت:** (دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	قانون ارشمیدس (*Archimedes Law*)
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• تعریف نمودن قوهٔ صعودی. • توضیح و تفهیم قانون ارشمیدس به عبارات و سمبولها. • محاسبه کردن قوهٔ صعودی. • پیشبینی کردن اینکه یک جسم در یک مایع غرق خواهد شد و یا شنا خواهد کرد؟ • آشنایی با برک های دایره یی هایدرولیک. • تطبیق نمودن قانون ارشمیدس در حل مسایل مربوطه.
۳– روش های تدریس	تشریحی، سؤال و جواب وفعالیت گروپی
۴– مواد ممد درسی	تخم تازه، یک ظرف شیشه یی، آب، نمک طعام، قاشق و سیخ شور دهنده
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	پس از ادای سلام و احوالپرسی وتنظیم صنف، درس گذشته را با طرح چند سؤال ارزیابی می کنیم. به تعقیب آن عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و جهت ایجاد انگیزه سؤال طرح شدهٔ درس را از آنها می پرسیم و اجازه می دهیم که خود شان برای سؤال، جواب ارائه نمایند.
۶– فعالیت جریان ساعت اول درس (۲۸ دقیقه)	– روی جوابهای شاگردان برای اولین سؤال تحت عنوان درس که برای ایجاد نگیزه طرح شده بود مباحثه نموده و در بارهٔ قوهٔ صعودی به آنها مفکوره دهید. – یک ظرف مناسب شیشه یی که نیمه اش از آب پُرشده ویک کندهٔ کوچک چوبی را که روی آن شنا می کند نمایش دهید. – از یک شاگرد داوطلب بخواهید تا با قوهٔ ثابت توسط دستش روی خطکش افقی بالای بلاک چوبی پیوسته فشار وارد نماید تا بلاک کاملاً زیر آب گردد. از شاگردان بپرسید که چه واقع می شود. – از یک شاگرد دیگر داوطلب بخواهید تا به چابکی خطکش را از آب بیرون بکشد. – از شاگردان بپرسید که چرا بلاک چوبی به سطح آب بلند شد و شناور گردید؟ – جوابات شاگردان را گرفته آنها را به قوه یی که از طرف آب به طرف بالا روی سطح کنده عمل می کند، متوجه بسازید. از آنها بپرسید: مابه این قوه چه می گوییم؟ قوهٔ صعودی جواب است. – تعریف قوهٔ صعودی را روی تخته بنویسید. – برای شاگردان خاطرنشان سازید که: $m = \rho \times V$ و $W = mg \Rightarrow$

۷- تحکیم ساعت اول درس (۷ دقیقه)	برای درک هر چه بهتر موضوع، سؤالات ختم درس را با سهم گیری شاگردان حل نموده در حل مشکلات واصلاح اشتباهات، آنها را کمک می نماییم. کوشش می کنیم درس را به طریقه های مختلف سؤال و جواب و مباحثه تکرار نموده، علاوه برآن سؤالات اساسی را که بتواند مفاهیم را تعریف و توضیح کند، مطرح نموده، باسهمگیری شاگردان برای در یافت جوابات صحیح و درست بحث می کنیم.
۸- ارزیابی ختم ساعت اول درس (۵ دقیقه)	درس را می توانید در جریان اجرای فعالیت ها و هنگام حل سؤالات، تحلیل و ارایهٔ جواب به سؤال ها توسط شاگردان بر اساس درجهٔ سهمگیری آنها در مجموع فعالیتهای ذکر شده ارزیابی نمایید.(سعی و تلاش و سرعت عمل شاگردان هنگام انجام فعالیت و ارایهٔ جواب به سؤالات در ارزیابی درس زیاد مؤثر است).
۹- جواب به سؤالات متن درس	شش سؤال اخیر متن درس و همچنان معلومات اضافی برای معلم، در ختم ساعت دوم این درس حل و ارائه گردیده.
۶- فعالیت جریان ساعت دوم درس (۳۳ دقیقه)	- بعد از احوالپرسی، تنظیم صنف و ایجاد انگیزه یک ترازوی فنری را گرفته ویک جسم را توسط تار به آن آویزان کنید. - از شاگردان بخواهید تا وزن آن در هوا (وزن حقیقی) را اندازه نمایند. - جسم را به آب و به تیل فرو برید و از شاگردان بخواهید تا وزن جسم را در هر یک از مایع ها یاد داشت نمایند،(دقت شود تا جسم مکمل در آب فرو برده شود). - وزن ظاهری را در هر حالت تعیین نمایید. - در هر حالت قوهٔ صعودی (F_B) را محاسبه کنید. - از شاگردان بخواهید تا شرح دهند که چرا قوهٔ صعودی در هرحالت تغییر می کرد؟ - معادلهٔ ذیل را با استفاده از شکل (۱۶-۷) استخراج کنید: $F_B = \rho_f Vg =$ وزن مایع بیجاشده $F_B = W$ (وزن واقعی) - W' (وزن ظاهری) - از شاگردان بپرسید: کدام عوامل بالای (F_B) تاثیر می گذارند؟ - با شاگردان روی حالتهایی که در آنها به اساس کثافت های جسم و مایع جسم غرق می شد و یا شنا می کرد، مباحثه کنید. - مثالهای متن درس را با سهمگیری شاگردان روی تخته حل کنید. - به حیث وظیفهٔ خانه گی از شاگردان بخواهید تا فعالیت متن درس را انجام دهند و سؤالهای درس را حل نمایند.
۷ و ۸- تحکیم، ارزیابی و ختم درس (ساعت دوم) (۱۲ دقیقه)	برای تحکیم درس، ارزیابی و ختم درس، مطابق به رهنمایی های ساعت اول این درس عمل شود. در این ساعت سعی شود از چک لست و اندازهٔ سهمگیری شاگردان در حل سؤالات درس استفادهٔ بیشتر صورت بگیرد.

۹- حل سؤالهای متن درس در ساعت های اول و دوم	۱- d ، ۲- c ، ۳- تناقص می یابد(وزن حقیقی W > وزن ظاهری W') ۴- قوۀ صعودی مساوی است به وزن آب بیجاشده. ۵- چون حجم مجموعی فضایی را که کشتی احتوا نموده، به تناسب حجم فولاد که کشتی از آن ساخته شده خیلی بزرگتر است، پس نسبت $\frac{M}{V}$، یعنی اوسط کثافت مجموعی کشتی و فضای داخل آن از کثافت آب کمتر بوده و بنابر آن کشتی به آب غرق نمی شود. ۶- یخ و آب، زیرا کثافت آنها از کثافت سیماب کمتر است.
۱۰- معلومات اضافی	**هایدرومیتر** از این آله برای اندازه کردن کثافت شیر و مایعات دیگر استفاده می کنند. این آله به ارتفاعات مختلف (عمق های مختلف) در مایعات مختلف نظربه کثافتهای مختلف شان شنامی کند.  هایدرو میتر **فعالیت اضافی** مکعب تعجب آور یخ را شرح دهید: دو ظرف شیشه یی را گرفته به یکی از آنها $50\ ml$ آب و به دومی $50\ ml$ ایتانول بریزید، (این کار را با خود خصوصی انجام دهید). هر دو ظرف را به صنف بیاورید و به روی میز قرار دهید. هر دو مایع به شاگردان همرنگ ویکسان معلوم می شوند. دو مکعب یخ را گرفته و هر مکعب آن را روی مایع یکی از ظرفها بگذارید. یخ در آب غرق می شود و در مایع دومی شنا خواهد کرد. جوابهای این سؤال را تکمیل کنید: برای اینکه یک جسم به مایع غرق شود، کثافت جسم باید ــــــــ از ــــــ مایع باشد. جوابها: کلمه های <u>بیشتر</u> و<u>کثافت</u> جوابها میباشند. سؤال های ذیل را به حیث فعالیت توسعوی با خود تمرین کنید تا شاگردان را کمک کرده بتوانید: ۱- وزن حقیقی، قوۀ صعودی و وزن ظاهری گلولۀ آهنی را که در سیماب شنا می کند حساب کنید، در صورتیکه: $(\rho_{Fe} = 7{,}8 \times 10^3 kg\ /\ m^3$ و $\rho_{Hg} = 13\ ,\ 6 \times 10^3\ kg / m^3)$ و $g = 9{,}8\ m / s^2$ میباشد. جوابها : $3{,}86\,N$ ، $3{,}86\,N$ و صفر نیوتن می باشند. ۲- کدام قسمت از حجم گلوله در سیماب فرورفته است؟ جواب: $2,\ 89 \times 10^{-3} m^3$

عنـــوان درس: (تمـرین بـالای حـل سـؤالهای فـصل هفـتم)، **شــمارهٔ درس:** (۷)، **صــفحهٔ کتــاب:** (۱۹۰)، **وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
موضوع درس	حل سؤال های فصل

درس هفتم در یک ساعت درسی به عنوان آخرین درس این فـصل، بـرای تمـرین بـالای حـل سـؤالهای اخیـر فـصل تخصیص داده شده است. لازم است تا معلم صاحب محترم در حل سؤالها شـاگردان را ذهنـاً کمـک نمـوده یکجـا بـا آنها در حل سؤالها سهم بگیرد و مراحل حل هر سؤال را تشریح کند؛ همچنان ارتباط محتویات مفهـومی سـؤال هـا را به عنوان و اهداف آموزشی هر درس توضیح نمایید تا شاگردان ذهناً و علماً مفاهیم را درک و در زنـده گـی روزمـره از آن در عمل استفاده کرده بتوانند.

۱- تعریفهای مفاهیم وکلمات را از متن کتاب بگیرید.

۲- جواب جز (b) درست است.

۳- زیرا فشار خون در داخل بدن برابر است با فشار اتموسفیر در خارج بدن.

۴- فشار اتموسفیر $= P_0 = 1,013 \times 10^5\ Pa$, $\rho_w = 1g/cm^3$ عمق حوض $h = 3m$ و

حل:

$$P - P_0 = \rho gh$$
$$P = \rho gh + P_0$$
$$P = \frac{1\times10^{-3}kg}{1\times10^{-6}m^3}\times9.8\frac{m}{s^2}\times3m + 1.013\times10^5 P_a$$
$$P = 10^3\times29.4\frac{kg\times m\times m}{m^3\times s^2} + 1.013\times10^5 P_a$$
$$P = 2.94\times10^4 P_a + 1.012\times10^5 P_a$$
$$P = 29400P_a + 1.1300P_a$$
$$\Rightarrow P = 130700P_a = 1.307\times10^5 P_a$$

۵- کسر حجم غرق شدهٔ فلز = وزن آب بیجا شده توسط فلز $= W - W' = 50\ N - 36 = 14N$

چون نسبت کثافت ها مساوی است به کسر حجم غرق شده می باشد.

پس $\frac{V_{\text{مایع}}}{V_{\text{فلز}}} = \frac{\rho_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{مایع}}} = 14$

ویا $\rho_{\text{فلز}} = \rho_{\text{مایع}} \times 14$

$$\rho_{\text{فلز}} = 1\times14 = 14\ g/cm^3$$

وزن مایع بیجا شده توسط فلز در مایع نامعلوم $= W - W' = 50\ N - 41N = 9\ N$

$$\frac{\rho_{\text{فلز}}}{\rho_{\text{مایع}}} = 9 \Rightarrow \rho_{\text{فلز}} = 9\times\rho_{\text{مایع}} \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = \frac{\rho_{\text{فلز}}}{9N}$$
$$\rho_{\text{مایع}} = \frac{14}{9} = 1,55\ gr/cm^3$$

۶- این سؤال در حل سؤال پنجم درس آخر صفحهٔ ۱۸۷ کتاب جواب داده شده.

۷- $r = 0,5m$ = شعاع بالون ، $g = 9,8\,m/s^2$ ، $m = (0,012)kg$ = کتلهٔ بالون ، $0c^\circ$ = درجهٔ حرارت،

$1atm$ = فشار و $\rho_{He} = 0,179\,kg/m^3$ = کثافت گاز هلیوم و $\rho_{air} = 1,29\,kg/m^3$

حل a- مقدار قوهٔ صعودی عامل بالای بالون را چنین حساب می کنیم:

$$\text{قوهٔ صعودی} = F_B = \rho_{air}.V.g = 1,29\,kg/m^3 \times \frac{4}{3}\pi\,(0,5)^3 \times 9,8\,m/s^2$$

$$F_B = 1,29 \times \frac{4}{3}(3,14 \times 0,125) \times 9,8\,N$$

$$F_B = (1,72 \times 0,39 \times 9,8\,)\,N = 1,72 \times 3,89\,N$$

$$F_B = 6,69\,N$$

حل b - قوهٔ منتجهٔ عامل بالای بالون را از رابطهٔ ذیل بدست آورده میتوانیم:

$$F\ (\text{قوهٔ منتجه}) = W\ (\text{وزن حقیقی جسم}) - F$$

$$W\ (\text{وزن حقیقی جسم}) = \text{وزن بالون} + \text{وزن گازهلیوم}$$

$$W = 0,012\,kg \times 9,8\,m/s^2 + \rho_{He} \times V_{He} \times g$$

$$W = 0,12\,N + 0.179 \times \frac{4}{3}\pi\,(0,5)^3 \times 9,8$$

$$W = 0,12\,N + 0.24 \times 3.14\,(0.125) \times 9.8\,N$$

$$W = 0.12N + 0.75\,(1.25) \times 9.8N$$

$$W = 0.12\,N + 0.094 \times 9.8\,N$$

$$W = 0.12\,N + 0.921\,N$$

$$W = 1.038N$$

پس: $F\ (\text{قوهٔ منتجه}) = W - F = 1.038 - 6.69 = -5.652N$

قیمت منفی نشان میدهد که قوهٔ صعودی بیشتر از وزن جسم بوده، جهت قوهٔ منتجهٔ بالای بالون پر از گاز به طرف بالا می باشد.

۸- $g = 9,8\,m/s^2$, $\rho = 10^3\,kg/m^3$ و $h = 250\,m$

فشار داخلی $(P_G) = ?$

$$(P_G) = \rho.g.h = 10^3 \times 9,8 \times 250\,N/m^2$$

$$P_G = 2450 \times 10^3\,Pa$$

$$P_G = 2,45 \times 10^6\,Pa$$

۹- $\rho_w = 1 \times 10^3\ kg/m^3$ و $\rho_{Hg} = 13600\ kg/m^3$, $d = 0{,}68\,m$

$$P_a = P_h = 1{,}013 \times 10^5\ Pa$$

$$\frac{\rho_{Hg}}{\rho_w} = \frac{h}{(h + 0{,}68)\,m} \Rightarrow \frac{13600}{1000} = \frac{h}{h + 0{,}68}$$

$$136\ h + 92{,}48 = 10\ h$$

$$126\,h = -\ 92{,}48$$

$$h = \frac{-92{,}48}{126}\ m = -\ 0.733968$$

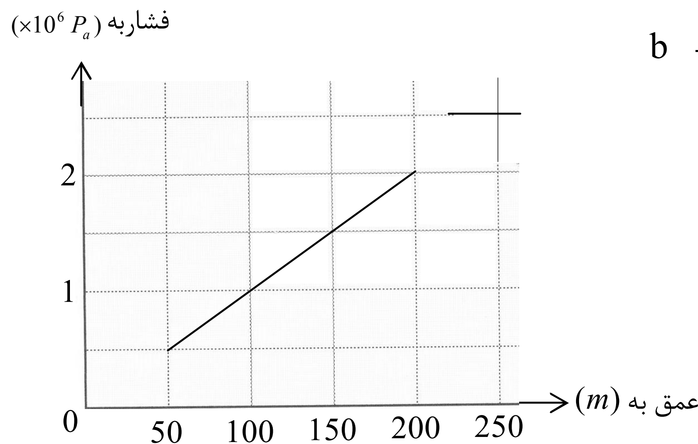
$$h = -\ 0.73\ m$$

علامهٔ منفی نشان می دهد که ارتفاع سیماب کمتر شده.

۱۰- چون فشار نظر به عمق فرق می کند پس باید قاعدهٔ بندها را ضخیم تر از قسمت فوقانی آنها بسازند تا در مقابل فشار فوق العاده زیاد مقاومت کند.

۱۱- حل:

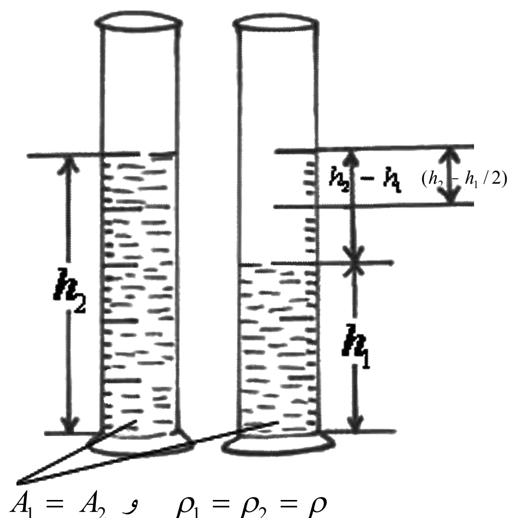
جزء ۱- a ، جزء ۲- b



۱۲-

چون کثافت ها مساوی اند، پس میتوان نوشت: $w = (\frac{m_2 - m_1}{2}).g$ = وزن آبیکه برای انجام کار عمل می کند.

کاری که قوهٔ جاذبه برای تعادل انجام می دهد. = $W = (\frac{m_2 - m_1}{2})\ g\,.\,(\frac{h_2 - h_1}{2})$



$$W = (\frac{\rho V_2 - \rho V_1}{2})\ g.\,(\frac{h_2 - h_1}{2})$$

چون: $V_2 = Ah_2$ و $V_1 = Ah_1$ اند،

پس: $W = \rho\ (\frac{Ah_2 - Ah_1}{2})\ g.\,(\frac{h_2 - h_1}{2})$

$$W = 9{,}8\ \rho A\ (\frac{h_2 - h_1}{2})\ (\frac{h_2 - h_1}{2})$$

$$W = \frac{9{,}8}{4}\ \rho A\ (h_2 - h_1)(h_2 - h_1)$$

$$W = 2{,}45\ \ \rho A\ (h_2 - h_1)^2$$

فصل هشتم

سیال‌های متحرک

نگاه عمومی فصل

در این فصل به ادامهٔ بحث سیالات ساکن که در فصل گذشته مطالعه نمودید سیال های متحرک و پدیده های مربوط به آن مورد بررسی قرارمیگیرد. همان طوریکه شاگردان در فصل گذشته فهمیدند که ماده در طبیعت به سه حالت جامد، مایع و گاز پیدا می شود و سیال ها حالتی از اجسام را می گویند که آنها در حالت مایع و یا در حالت گازمی باشند. سیال بودن، خصوصیت مشترک مایعات و گازات است و آنها در بعضی موارد خصوصیات باهم مشابه دارند، در حالیکه در بعضی از خواص بین آنها اختلاف نیز وجود دارد، یعنی اینکه بین شان وجوه متشابه ویا متفاوت وجود دارد. شاگردان با مطالعهٔ این فصل وجوه متشابه و یا متفاوت در مایعات و گازات متحرک، معادلهٔ متمادیت، معادلهٔ برنولی، تطبیقات قانون برنولی، تیوپ وینتوری، اندازه گیری سرعت جریان، اتومایزر(عطرپاش)، بالهای طیاره و قوهٔ محرکهٔ بلند کننده، لزوجیت، اندازه گیری ضریب لزوجیت و پدیدهٔ جریان توفانی آشنایی حاصل نموده و از اهمیت این مبحث در زنده گی روزمره معلومات بدست میاورند.

شاگردان همچنان در ختم این فصل باید توانایی آنرا حاصل نمایند تااین مفاهیم و روابط بین آنها را درک و از طریق برقرار کردن ارتباط باهمصنفان در مورد موضوعات بحث شده تبادل نظر نمایند.

با مطالعهٔ محتویات این فصل، حس کنجکاوی شاگردان تحریک شده و به کار های علمی دانشمندان ارج میگذارند.

معلم باید مواد ضروری دروس این فصل را با آنچه در انجام فعالیت ها ضرورت است، آماده ساخته و شاگردان را در شناخت اهداف فعالیت ها هدایت و کمک لازم نماید.

روش های تدریس: لکچر، مشاهده، کار گروپی و سؤال و جواب. این فصل شامل (۸) عنوان در داخل (۹) ساعت درسی است که در جدول زیر عناوین و تعداد ساعات درسی فصل معرفی گردیده است:

عنوان فصل	عنوان های درس ها	تعداد ساعات درسی
سیال های متحرک	سیال های خیالی (ایده آل)	۱
	معادلهٔ متمادیت	۱
	معادلهٔ برنولی –فشار در قاعدهٔ بند	۲
	تطبیقات قانون برنولی	۱
	تیوپ و ینتوری –اندازه گیری سرعت جریان	۱
	بال های طیاره و قوهٔ محرکهٔ بلند کننده	۱
	لزوجیت	۱
	پدیدهٔ جریان توفانی	۱

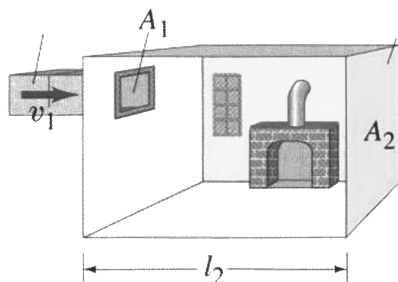
عنوان درس: (سیال های خیالی)، **شمارهٔ درس: (۱)، صفحهٔ کتاب: (۱۹۲)، وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	سیال های خیالی (ایده آل)
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن و جوه متشابه و متفاوت در مایعات و گازات متحرک. • تعریف نمودن سیال خیالی (ایده آل). • دانستن خواص سیال خیالی. • کسب توانایی لازم در انجام فعالیت داده شدهٔ درس. • تعریف کردن مایع های مستقر و غیر مستقر.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و فعالیت گروپی.
۴– مواد ممد درسی	لولهٔ جریان مایع، تخته، تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، بهترین نقطهٔ شروع درس، استفاده از دانستنی های قبلی شاگردان است که در فصل گذشته آموخته اند. - عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و شاگردان را متوجه شکل درس میسازیم، و به آنها اجازه میدهیم تا آنچه در مورد سیال ها میدانند از طریق مباحثه نظریات خود را باهم شریک بسازند. بعد از جمع بندی نظریات شاگردان، درس جدید را با دروس قبلی ارتباط داده و جهت ایجاد انگیزه از آنها می پرسیم که سیال خیالی یعنی چه؟ آنها دارای چگونه خصوصیاتی خواهندبود؟ برای آنها اجازه میدهیم تا روی مفاهیم متذکره بحث و ابراز نظر نمایند؛ سپس نظریات حاصله را جمع بندی و در بارهٔ آن توضیحات میدهیم تا ذهناً آمادهٔ فراگیری موضوع درس جدید شوند.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- بعد از جمع بندی و نتیجه گیری از آموخته های شاگردان، اجازه دهید تا خود شان سیال ساکن را به زبان خود تشریح نمایند. به همین ترتیب آنها را متوجه شکل درس نموده، سیال های خیالی، وجوه متشابه و هم وجوه متفاوت در مایعات و گازات متحرک را تشریح و سیال خیالی را تعریف می کنیم. - چگونگی حرکت یک مایع را روی شکل نشان داده و توضیح میدهیم. - جهت تشریح بیشتر موضوع، تجربهٔ داده شدهٔ درس را در صورت ممکن انجام می دهیم و در غیر آن از شاگردان میخواهیم تا تصور کنند که ذرات را بایک مایع متحرکی که از یک نل عبور می کند، مخلوط می کنیم؛ طوریکه کثافت این ذرات از هم تفاوت بسیار کمی داشته باشند. حالت جریان مایع را با استفاده از حرکت این ذرات در داخل مایع، بشکل تخیلی تحت مطالعه قرار داده و خطوط جریان را توسط رسم روی تخته نمایش میدهیم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	با مرور مختصر از نکات عمدهٔ درس و طرح سؤالات مرتبط با اهداف درس، به تکرار و تحکیم درس می پردازیم و از شاگردان می خواهیم تا با استفاده از آنچه از درس آموخته اند تجربه را خود شان انجام دهندو نتیجه را روز آینده به همصنفان شان گزارش دهند.

۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی درس، بهتر است با استفاده از سؤال های کوتاه و مباحثه با شاگردان از میزان یاد گیری شان اطمینان حاصل نماییم.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	**سیالها در حال حرکت:** در این فصل ما روی مطالعهٔ موضوع سیالهای در حال حرکت بر می گردیم که این بحث را به نام مبحث حرکت سیالها ویا مبحث هایدرو دینامیک (خاصتاً در صورتیکه سیال مورد مطالعه، آب باشد) یاد می کنند. بسیاری از حالتها یا وضعیتهای خاص حرکت یک سیال (بطور مثال حرکت چرخشی یا طوفانی گردابها که به مثابه یک بی نظمی، اغتشاش و نا آرامی در حرکت سیالها از مباحث و عناوین داغ امروز است) تا کنون تحت مطالعهٔ دانشمندان قرار دارد و با وجود این هم با اتخاذ و به بحث گرفتن بعضی فرضیه ها می توانیم حقایق فراوانی را در این باره بدانیم. ما می توانیم بطور کل دو نوع جریان اساسی را در سیالها بطور جدا از هم مطالعه کنیم. اگر جریان هموار و آرام باشد (مانند اینکه قشرهای مجاور یک سیال بالای همدیگر بلغزند)، گفته می شود که چنین جریان یک جریان آرام (دارای حداقل اصطکاک) یا جریان لامینار (Laminar) می باشد. چون در جریان لامینار، هر ذرهٔ سیال در یک مسیر صاف و هموار جریان می کند، به همین سبب به آن جریان آرام می گویند. در این نوع جریان مسیرها در رگ های جریان یکدیگر را قطع نمی کنند، (شکل الف). الف: جریان آرام یا لامینار ب : جریان طوفانی (a) (b) در بالاتر از بعضی سرعتها در سیالها، جریان طوفانی (turbo lent) می شود. جریانهای طوفانی توسط دایره های سیار کوچک گرداب مانند که به نام جریانهای حرکت دوّار و یا مارپیچی یاد می شوند، تشخیص شده می توانند، (شکل ب). مارپیچ ها در گرداب مقدار زیاد انرژی را جذب می نمایند و هر چند یک مقدار اصطکاک داخلی که به نام ویسکاستی (Viscosity) یاد می شود و حتی در هنگام جریان لامینار نیز بوجود می آید، با آنهم این انرژی جذب شده توسط جریان طوفانی به مراتب از انرژی اصطکاک داخلی برزگتر است. چکیدن چند قطرهٔ کوچک رنگ و یا هر مایع رنگ کنندهٔ دیگر در مسیر جریان مایع در حال حرکت، به زودی می تواند آشکار سازد که جریان، آرام است و یا طوفانی. این عملیه را شما می توانید به ابتکار خود تان در بسا از مسیرهای جریانهای مایع ها اجرا و مشاهدات تان را به دقت تکمیل ونتیجه گیری نمایید.

عنوان درس: (معادلهٔ متمادیت)، **شمارهٔ درس: (۲)، صفحهٔ کتاب: (۱۹۴)، وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	معادلهٔ متمادیت
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن ارتباط سرعت جریان یک مایع ایده آل، با فشار و مقطع نل. • بیان نمودن معادلهٔ متمادیت یا پیوستگی. • حصول توانایی برای حل مسأله های مربوط به قضیهٔ متمادیت.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	پس از ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و توجه شاگردان را به شکل درس جلب می کنیم. شکل داده شده را رسم و جهت ایجاد انگیزه از شاگردان می پرسیم: با استفاده از آنچه آموختید مثالی از ارتباط سرعت جریان یک مایع ایده ال، با فشار و مقطع، که در زنده گی روز مره با آن برخورده باشید گفته می توانید؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- به گفته های شاگردان گوش می دهیم و در جریان جروبحث روی سرعت جریان و مقطع مثالهایی را خود ما نیز آورده می توانیم مثلاً استفاده از قیف برای گرفتن آب و یا اگر دیده باشید بوتل های کلان نوشابه را که قسمت پایینی آنرا قطع می کنند و برای گرفتن آب در بوشکه ها از آن استفاده مینمایند. - با جمع بندی نظریات شاگردان آنها را متوجه شکل داده شدهٔ درس که روی تخته از قبل ترسیم شده مینماییم. در ارتباط سرعت جریان یک مایع ایده آل، با فشار و مقطع را با جزئیات، از روی شکل و یا ارایهٔ فورمول با سهمگیری فعال شاگردان به صورت مکمل توضیح و تشریح می نماییم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم درس با طرح سؤالات کوتاه و سهمگیری فعال شاگردان، نکات عمدهٔ درس را توضیح و تکرار می کنیم.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی درس، چند سؤال کوتاه مرتبط با اهداف درس از چند تن از شاگردان پرسیده و همچنان با استفاده از یادداشت های تهیه شده هنگام تدریس از فعالیت ها و سهم گیری شاگردان به درس می توانید از آموزش شاگردان اطمینان حاصل نمایید.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.

۱۰ معلومات اضافی	برای فهم بیشتر مفهوم متمادیت، مثالی را انتخاب کرده ایم که با حل نمودن آن به این بحث آشنایی لازم حاصل خواهد شد. **مثال:** یک نل (مجرای) تهویه یا گرم کنندهٔ یک خانه (مطابق شکل) را در نظر بگیرید. در صورتیکه سرعت حرکت هوا در داخل نل $3.0 m/s$ بوده و این نل تهویه کننده بتواند هوای خانه یی را که دارای حجم $300 m^3$ می باشد در هر ۱۵ دقیقه تخلیه و دوباره پر نماید، مساحت مقطع این نل چقدر است؟ حساب کنید. (فرض می کنیم که کثافت هوای خانه ثابت باقی می ماند). **حل مثال:** برای حل این مثال، معادلهٔ متمادیت $\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$ را به استقامت نل در نقطهٔ(۱)شکل و بعداً در نقطهٔ ۲ (داخل خانه) تطبیق میکنیم. چون ρ ثابت است پس: $A_1 v_1 = A_2 v_2$ درجهٔ سیلان حجم هوا در داخل خانه برابر است با حجم هوای اتاق تقسیم بر زمانی که هوا تخلیه شده (۱۵دقیقه).  فرض کنید که خانه یک قسمت بزرگی از مجرا است (به شکل ببینید) و همچنان فکر کنید که حجم هوا هنگامیکه از نقطهٔ (۱) در زمان ۲ $t = 15\ \text{min} = 900s$ عبور میکند، برابر است باحجم تمام خانه. با این استدلال و استفاده از رابطهٔ $(\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2)$ و در نظر داشت $\rho_1 = \rho_2$ و $v_2 = l_2 / t$ می توان نوشت: $A_2 v_2 = A_2 l_2 / t = \frac{V_2}{t}$ که در رابطهٔ اخیر V_2 حجم تمام خانه می باشد. پس رابطهٔ اولی شکل ذیل را بخود می گیرد: $$A_1 = \frac{V}{v_1 t} = \frac{300 m^3}{(3.0 m/s)(900 s)} = 0.11 m^2 \text{ و } A_1 v_1 = A_2 v_2 = V_2 / t$$ اگر مجرای نل تهویه مربع باشد پس هر ضلع آن دارای طول $l = \sqrt{A} = \sqrt{0.11 m^2} = 0.33 m$ ویا $33 cm$ می باشد. اگر سطح مجرای هواکش مستطیل باشد، ابعاد آن $20 cm$ و $55 cm$ خواهد بود و در آنصورت نیز $l = \sqrt{A} = \sqrt{(55 \times 20) cm^2} = \sqrt{1100 cm^2}$ یعنی $l = \sqrt{1100 cm^2} = 33 cm$ می شود.

عنوان درس: (معادلهٔ برنولی)، **شمارهٔ درس: (۳)، صفحهٔ کتاب: (۱۹۶)، وقت:** (دو ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	معادلهٔ برنولی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• آشنایی با معادلهٔ برنولی. • دانستن رابطهٔ متمادیت در قانون برنولی. • کسب توانایی لازم برای استخراج رابطهٔ فشار در قاعدهٔ بند. • کسب توانای لازم در نتیجه گیری، تجزیه و تحلیل نمودن موضوع درس. • تطبیق نمودن معادلهٔ برنولی در حل مثال ها و سؤالات داده شدهٔ اخیر درس.
۳– روش های تدریس	لکچر، وسؤال وجواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، درس گذشته را با مباحثه و طرح چند سؤالی یاد آوری می کنیم. موضوع درس جدید را که معادلهٔ برنولی است، معرفی و جهت ایجاد انگیزه از شاگردان می پرسیم که آیا گاهی از استقامت لبهٔ یک تریشهٔ کاغذ پف کرده اید؟ آیا میتوانید علت اهتزاز تریشه را که مشاهده میکنید توضیح دهید؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– به توضیحات شاگردان در مورد سؤال مطرح شده گوش میدهیم، بعد از جمع بندی و نتیجه گیری از افکار شاگردان، توجه آنها را به شکل کتاب جلب می کنیم. – عنوان درس جدید را روی تخته نوشته، ارتباط رابطهٔ سرعت جریان یک مایع با فشار و مقطع را که در معادلهٔ متمادیت مطالعه نمودیم، با معادلهٔ برنولی مورد مطالعه قرار میدهیم. – برای توضیح مطلب، مایع خیالی را در نظر می گیریم که به صورت یکسان در یک نل جریان دارد. ابتدا شکل درس را روی تخته رسم نموده، موضوع درس را تشریح میکنیم و در بارهٔ در یافت کارهای قسمی که در اثر جریان مایع از مقاطع A_1 و A_2 اجرا می شود با استفاده از تخته مطابق متن توضیحات می دهیم. بعد از بدست آوردن معادلهٔ برنولی برای یک مایع خیالی، قابلیت تطبیق معادلهٔ برنولی را برای مایعات حقیقی که اصطکاک داخلی شان بسیار زیاد نیست، نیز تشریح می نماییم.
۷– تحکیم درس (ساعت اول ۷ دقیقه)	درس را با توضیح نکات اساسی آن توسط شاگردان و همچنان سؤال و جواب به طور مختصر تحکیم می بخشیم و در قسمت هایی که مشکل دارند، آنها را رهنمایی می کنیم. به آنها وظیفه میدهیم تاقسمت باقیماندهٔ درس را در خانه مطالعه نموده و برای حل سؤالات داده شدهٔ اخیر درس آماده گی داشته باشند.

۸- ارزیـابی و خـتم درس (ساعت اول۵ دقیقه)	با طرح چند سؤالی مرتبط با اهداف درس و مباحثه روی سؤالات توسط چند شاگرد درس را ارزیابی نموده وخود را از آموزش مؤثر و رسیدن به اهداف درس مطمئن می سازیم.
۶- فعالیـت جریـان درس (ساعت دوم ۳۳ دقیقه)	- در ساعت دوم این درس بعد از احوالپرسی و تنظیم صنف، درس گذشته را به قسمت باقیماندۀ این درس ارتباط میدهیم. - به شاگردان یاد آور میشویم که معادله یی را که بدست آوردیم، برای مایعات حقیقی که اصطکاک داخلی شان بسیار زیاد نیست هم قابل تطبیق است و علاوه می‌کنیم که اکنون میخواهیم یکی دیگری از مواردی را که ما می توانیم ارتباط سرعت جریان سیال را با فشار و مساحت مقطع مشاهده می کنیم وآن عبارت از فشار در قاعدۀ بند است، مورد مطالعه قرار دهیم. - موضوع را به صورت فرضی مطابق متن کتاب به شاگردان تشریح و با درک مفهوم فشار بند، تفاوت های فشار در گاز های متحرک را که تا حدی بالا میروند به صورت عددی توسط مثال های داده شدۀ درس با سهمگیری شاگردان حساب می کنیم . - در ختم درس در مراحل حل سؤالات داده شدۀ اخیر درس آنها را کمک و رهنمایی لازم می نماییم.
۷- تحکـیم درس در ساعت دوم (۷ دقیقه)	برای تحکیم درس در ساعت دوم بر مرور مختصر متن تدریس شده پرداخته و با طرح سؤالات کوتاه و اساسی ، حل مثال ها و سؤالات داده شدۀ آخر درس با شاگردان بحث و مناقشه نمایید.
۸- ارزیابی درس در ساعت دوم (۵ دقیقه)	درس را با طرح سؤالات کوتاه وهمچنان با تهیۀ چک لست در جریان حل سؤالات و سهمگیری شاگردان می توانید از میزان آموزشی درس خود را مطمئن ساخته و نتایج مطلوب بدست آمده را با اهداف درس به مقایسه بگیرید و باور خود را بیشتر بسازید.
۹- جواب به سؤالهای درس	حل: ۱- داریم که: $V = A.$ (سرعت) $v.t$ (حجم) پس: $v = \frac{V}{At}$ (سرعت) و $V = V_1 = V_2$ ، $P_1 - P_2 = ?$ (تفاوت فشار) $V = 1.8\ lit = 1.8\,dm^3 = 1.8 \times (0.1m)^3 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^3$ $A_1 = 15\,cm^2 = 15 \times (0.01m)^2 = 0.0015m^2 = 1.5\times10^{-3}\ m^2$ $A_2 = 5\,cm^2 = 5 \times (0.01m)^2 = 0.0005m^2 = 5.0\times10^{-4}\ m^2$ $\rho = 0.7\,kg/dm^3 = \frac{0.7\,kg}{(0.1m)^3} = \frac{0.7}{0.001}\ kg/m^3 = 700\ kg/m^3$

از رابطهٔ اساسی $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^2 - v_1^2)$ و بعد از وضع قیمتها داریم که:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}(700kg/m^3)\left[(\frac{V}{A_2.t})^2 - (\frac{V}{A_1.t})^2\right] \text{ (تفاوت فشار)}$$

$$P_1 - P_2 = 350\,kg/m^3\left[(\frac{1.8\times10^{-3}\ m^3}{5.0\times10^{-4}\,m^2s})^2 - (\frac{1.8.10^{-3}\ m^3}{1.5.10^{-3}\,m^2s})^2\right]$$

$$P_1 - P_2 = 350\,kg/m^3\left[(\frac{180}{50}m/s)^2 - (\frac{18}{15}\ m/s)^2\right]$$

$$= 350\,kg/m^3\left[(3.6\,m/s)^2 - (\frac{6}{5}m/s)^2\right]$$

$$= 350\,kg/m^3\left[(12.96\,m^2/s^2 - 1.44\,m^2/s^2)\right]$$

$$= 350\ (11.52)\ \frac{kg}{m^3}\ m^2/s^2$$

$$P_1 - P_2 = 4032\ kg\,m/s^2\times\frac{1}{m^2}$$

$$P_1 - P_2 = 4032\,N/m^2$$

$$P_1 - P_2 = 4.032\times10^3\ Pa$$

حل ۲ جزء (۱):

$$d_1 = 12\ cm = 0.12m = 1.2\times10^{-1}\ m$$

$$d_2 = 2\ cm = 0.02m = 2.0\times10^{-2}\ m$$

$$h = h_2 = 20\,cm = 0.2m = 2.0\times10^{-1}\,m$$

$$\rho_{\text{آب}} = 10^3\ kg/m^3 \Rightarrow g$$

اگر ظرف کاملاً با آب ساکن پرباشد، پس داریم:

$$P_1 + \rho gh_1 + 1/2\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + 1/2\,\rho v_2^2$$

$$h_1 = 0 \Rightarrow h_2 = 2.0\times10^{-1}\,m$$

$$v_1 = v_2 = 0$$

بعد از وضع قیمت ها می توانیم بنویسیم:

$$P_1 + 0 + 0 = P_2 + \rho g\,h_2 + 0$$

$$P_1 - P_2 = \rho gh_2 = 10^3 kg/m^3\times2.0\times10^{-1}\ m\times9.8\,m/s^2$$

$$P_1 - P_2 = 2.0\times10^2\times9.8\ kg\,m/s^2\ \frac{1}{m^2}$$

$$P_1 - P_2 = 19.6\times10^2\ N/m^2$$

$$P_1 - P_2 = 1960\,Pa$$

حل جزء (۲):

$$\frac{V}{t} = 0.3\ lit/s = 0.3 \times 10^{-3} m^3/s$$

$$A_2 = \pi\ (\frac{d_1}{2})^2 = 3.14\ (\frac{12}{2}cm)^2 = 3.14 \times 36 cm^2$$

$$= 3.14 \times 36 \times (0.01m)^2 = 3.14 \times 36 \times 10^{-4}\ m^2 = 113.04 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$A_2 = 1.13 \times 10^{-2}\ m^2$$

$$A_1 = \pi\ (\frac{d_2}{2})^2 = 3.14 (\frac{2}{2}cm)^2 = 3.14 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\ (v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\ \rho \left[(\frac{V}{A_2 t})^2 - (\frac{V}{A_1 . t})^2 \right]$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\ (10^3\ kg/m^3)\ \left[(\frac{0.3l}{1s}\ 1/1.13 \times 10^{-2} m)^2 - (\frac{0.3l}{1s} . \frac{1}{3.14 \times 10^{-4} m^2)^2} \right]$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\ (10^3 kg/m^3) \left[(0.3 \times 10^{-3} m^3/s \times \frac{1}{1.13 \times 10^{-2} m^2})^2 - (0.3 \times 10^{-3}\ m^3/s \times \frac{1}{3.14 \times 10^{-4} m^2}) \right]$$

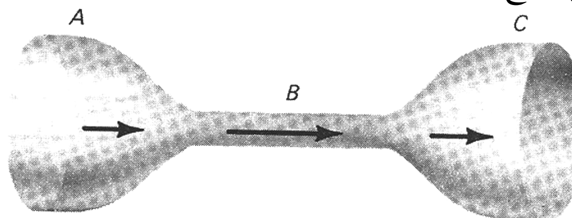
$$P_1 - P_2 = 0.5 \times 10^3 kg/m^3 \left[(\frac{3.0 \times 10^{-4} m^3/s}{1.13 \times 10^{-2}\ m^2})^2 - (\frac{3.0 \times 10^{-4}\ m^3/s}{3.14 \times 10^{-4} m^2})^2 \right]$$

$$P_1 - P_2 = 5.0 \times 10^2\ kg/m^3 \left[(\frac{3.0 \times 10^{-2}\ m/s}{1.13})^2 - (\frac{3.0 \times m/s}{3.14})^2 \right]$$

$$P_1 - P_2 = 5 \times 10^2\ kg/m^3\ (2.65 m^2/s^2) - (0.90 m^2/s^2)$$

$$P_1 - P_2 = 5 \times 10^2\ kg/m^3\ (1.75 m^2/s^2)$$

$$P_1 - P_2 = 8.75\ 10^2\ kg\, m/s^2 \times \frac{m}{m3} = 875\ \frac{N}{m^2} = 875\ Pa$$

۱۰ معلومات اضافی	در حدود سال ۱۸۴۸م، وقتی که سرعت قطار های راه آهن به هشتاد و حتی یک صدو ده km/h رسید، دانشمندان به پدیدهٔ عجیب غیر قابل توضیح بر خوردند. هرگاه قطار سریع از کنار قطار های که در ایستگاه ایستاده بودند می گذشت، واگونهای هردو قطار تمایل داشتند که به طرف هم کشیده شوند که به این پدیده «نوسان راهٔ آهن» می گفتند. در این حالت واگونها چنان یک بغله می شدند که مسافران احساس خطر می کردند، واگون ها در چند مورد آسیب های جزیی دیدند. متخصیصن راه آهن نیز، پس از مدتی بحث فنی، آشکارا اعتراف کردند که گیچ شده اند. هیچ کس از علت پیدایش «نوسان راه آهن» تصوری در ذهن نداشت و نمی دانستند آن را چگونه تصحیح کند. اما، تاسال ۱۸۵۱م، اکثر مهندسان به درستی، به این نتیجه رسیده بودند که نوسان راه آهن مثال عملی از قانون برنولی است، این قانون را یک قرن پیش از آن برنولی ریاضیدان سویسی فورمول بندی و تدوین کرده بود. این قانون عبارت از اینست که فشار در داخل جریان متحرک از هوا، کمتر از فشار هوای اطراف آن است. این اثر پر رمزوراز برنولی را می توان در وضعیت های گوناگونی؛ مثلاً: بخشی از قوهٔ بالا برندهٔ وارد بر بال های طیاره، در انواع تیوپ و نتوری، (افشانکها) و نیز در هر حرکت پرتاب کننده یی که جسم را در مسیر منحنی پرتاب می کند عملاً توضیح داد. معادلهٔ برنولی یک رابطهٔ بنیادی نیست؛ بلکه مانند تمام معادلات هایدرودینامیک، یکی از پیامد های منطقی قوانین حرکت نیوتن است. معادلهٔ برنولی ثابت میسازد که فشار در سیال جاری با سرعت آن سیال بسته گی دارد. بخصوص چون مقدار جریان مایع تراکم ناپذیر از سطح مقطع کوچک، بیشتر از مقدار آن در ناحیهٔ با سطح مقطع بزرگتر است؛ مانند: شکل،  سیالیکه داخل لوله در قسمت باریک جاری است. اگر جریان همان جا ساکن باشد میتوان معادلهٔ برنولی را بکار برد، بنا براین فشار در مقطع باریک B از فشار در مقطع های A و C کمتر است. با در نظرداشت اثر برنولی می توان فهمید که چرا قطاری که در ایستگاه ایستاده است، به سوی قطاری کشیده می شود که با سرعت از ریل مجاورش می گذرد، در ناحیهٔ بین دو قطاری کشیده می شود. در ناحیهٔ بین دو قطار، هوا همراه با قطار متحرک کشیده می شودو به این تر تیب با سرعت متوسط زیادی حرکت می کند، هوا در طرف دیگر قطار ایستاده ، ساکن است. طبق معادلهٔ برنولی فشاری که هوای متحرک وارد می آورد از هوای ساکن کمتر است. در نتیجه، قطار ساکن به سوی قطار متحرک رانده می شود . این مورد فقط یکی از مثال های متعدد اثر برنولی است.

عنوان درس: (تطبیقات قانون برنولی)، **شمارۀ درس: (۴)، صفحۀ کتاب: (۲۰۰)، وقت:** (یک ساعت درسی)

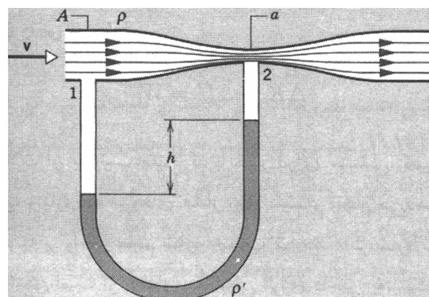
مطالب	شرح
۱– موضوع درس	تطبیقات قانون برنولی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• آشنایی با موارد استعمال قانون برنولی. • کسب توانایی لازم در توضیح دادن موضوع با مثال های متن و مثالهای عملی دیگر در زنده گی روزمره.
۳– روش های تدریس	لکچر، و سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک و تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	- بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، درس گذشته را ارزیابی نموده و جوابهای سؤالاتی را که روز گذشته کارخانه گی به شاگردان داده بودیم، می بینیم و در مشکلات شان آنها را کمک و رهنمایی می کنیم. - عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم و شاگردان را متوجه شکل کتاب نموده توجه شانرا جلب می کنیم. - جهت ایجاد انگیزه از شاگردان می پرسیم که با درنظرداشت آنچه از درس گذشته آموخته اند، می توانند مثالی از مورد استعمال قانون برنولی در زنده گی روزمرۀ شان بیاورند؟ - به نظریات شاگردان در این مورد گوش می دهیم تا از سطح آموخته های شان آگاهی حاصل نماییم.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- درس جدید را با آوردن چند مورد استعمال قانون برنولی آغاز می کنیم. ابتدا شکل درس را روی تخته رسم نموده و با سهمگیری فعال شاگردان درس را تشریح می نماییم. موضوع را با تحلیل مثال های داده شدۀ درس به صورت واضح ادامه می دهیم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم درس، نکات اساسی درس و مباحثاتی راکه در جریان درس صورت گرفته تکرار می کنیم و قانون برنولی را مطابق هدف درس طور مختصر دوباره تشریح میکنیم.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی مطلوب، سؤال های کلیدی و کوتاه از چند شاگرد جهت حصول اطمینان از میزان آموزش این درس طرح نموده سنجش نماییدکه شاگردان تا کدام درجه به اهداف آموزشی رسیده اند.
۹– جواب به سؤالهای درس	درمتن درس سؤال حل ناشده وجود ندارد.

۱۰ معلومات اضافی

معادلۀ برنولی را در چند مورد تحت مطالعه قرار میدهیم. که این موارد گویای قابلیت ها وگسترۀ وسیع کار برد های این معاد له است.

سرعت سنج و نتوری: وسیله یی است که برای سنجش سرعت جریان در لوله به کار میرود، جریانی که با کثافت ρ از

لولهٔ باریک با مساحت مقطع A میگذرد. لوله در قسمت وسطی اش (تنگ یا باریک) می شود و مساحت مقطع آن به a میرسد. فشار سنج U مانند به لوله متصل است. فرض کنید که کثافت فشار سنج، مثلاً جیوه یی ρ' باشد. با استفاده از قانون برنولی و با برابر قرار دادن جریان حجمی در نقاط ۱ و ۲، می توان نشان داد که سرعت سیال در نقطهٔ ۱ برابر است با: $v = a\sqrt{\dfrac{2\,(\rho' - \rho)gh}{\rho\,(A^2 - a^2)}}$



لولهٔ پیتو: این وسیله برای سنجش سرعت جریان گازات به کار میرود؛ مثلاً: گاز یا هوا، با کثافت P را در نظر بگیرید که با سرعت v_a موازی با صفحات روزنه های a حرکت میکند. به این ترتیب، فشار در لولهٔ چپ فشار سنج که به این روزنه ها مرتبط است، همان فشار ستاتیک گاز P_a است. لولهٔ ورودی راست فشار سنج برجریان عمود است. در نقطه b، سرعت گاز به صفر میرسد و گاز ساکن میشود. از معادلهٔ برنولی، برای نقاط a و b نتیجه میشود که :

$$P_a + \frac{1}{2}\,\rho\, v_a^2 = P_b$$

با استفاده از مقداریکه فشار سنج برای اختلاف فشار $P_b - P_a$ نشان میدهد، Pgh ، v_a بدست میآید:

$$v_a = \sqrt{\frac{2\,gh\,\rho'}{\rho}}$$

این وسیله را میتوان چنان مدرج کرد که مستقیماً v_a را نشان بدهد. آلهٔ اندازه گیری سرعت هوا که روی بال های طیاره نصب می شود براساس چنین اصلی کار میکند.

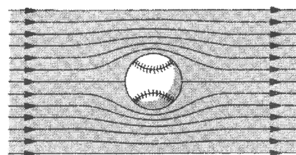
– قوهٔ محرکهٔ بلند کننده: قوه یی است که به اجسام متحرکی؛ مانند: بال طیاره و یا پروانهٔ هیلوکوپتر که در سیال ها حرکت می کنند وارد می شود. این قوه با قوهٔ بلند کنندهٔ ستاتیکی متفاوت است.

بلند کنندهٔ استاتیکی (لفت) در واقع همان قوهٔ شناور است که براساس اصل ارشمیدس به بالونها، یخهای شناور و مانند آنها وارد می شود.

مثال هایی از قوهٔ محرکهٔ بلند کننده در حرکت توپ بیس بال، تینس در هوا اتفاق می افتد. این قوه که در اثر چرخش توپ متحرک در هوا ایجاد می شود، می تواند توپ را نسبت به مسیرش به طرف بالا ویا پایین منحرف بسازد ویا به یکطرف تاب بدهد؛ چون سیال (دراین مورد هوا) قدری گرد باد دارد که اصطکاک در برابر حرکت توپ ایجاد می شود و لایهٔ نازکی از سیال همراه با توپ حرکت می کند که این لایه را لایهٔ مرزی می نامند. از دید حالت سکون، توپی که نمی چرخد، سرعت سیال از مقدار سرعتی که در خارج ازلایه مرزی دارد که برابر با همان سرعت توپ در هوا ست، به تدریج کم میشود و در سطح روی توپ به صفر میرسد. شکل (الف) خطوط جریان برای عبور هوای گذرنده از اطراف یک توپ ناچرخنده را، در حالت سکون توپ ، نشان میدهد. فرض شده است که سرعت آنقدر کم است که جریان متلاطم (توفانی) نمی شود. (شکل ب) خطوط جریان هوای اطراف توپی را که چرخش سریع دارد نشان میدهد. اگر گرد باد و لایهٔ مرزی نمی بودند، توپ چرخنده نمیتوانست هوا را به این ترتیب با خودش بکشد.

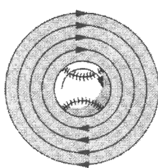
توپهای گلف را مخصوصاً موجدار می سازند تا این اثر و قوهٔ بلند کنندهٔ حاصل از آن، زیاد شود.

(شکل ج) ترکیب دو اثر بالا، هوایی راکه همرای توپ می چرخد و جریان پایدار حاصل از حرکت انتقالی هوا را نشان میدهد. دراین مورد، همین دوسرعت در بالای توپ باهم جمع می شود و در زیر توپ از هم کم میشوند. از فاصلهٔ بین خطوط جریان محصله هم دیده می شود که سرعت هوا در زیر توپ کمتر از سرعت آن در بالای توپ است. به این ترتیب، از معادلهٔ برنولی نتیجه میشود که فشار هوا در زیر توپ بیش از فشار هوا در بالای توپ است و این باعث میشود که یک قوهٔ محرکهٔ بلند کننده به توپ وارد می شود.



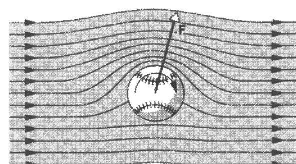
(الف)

همین اصول باعث تاب برداشتن مسیر توپ بیس بال هم می شود؛ مثلاً اگر (شکل – ۱) نمایی از بالای یک توپ چرخنده باشد، قوهٔ دینامیکی وارد برآن افقی است و مسیر توپ را تابدار می کند. اگر شکل نمای جانبی توپ باشد، توپ با چرخش به عقب پرتاب شده و دراین حالت قوه بلند کننده است و توپ را از مسیر اصلی اش بالاتر میبرد.



(ب)

قوهٔ محرکهٔ بلند کننده بر طیاره هم توضیحی مشابهی دارد.



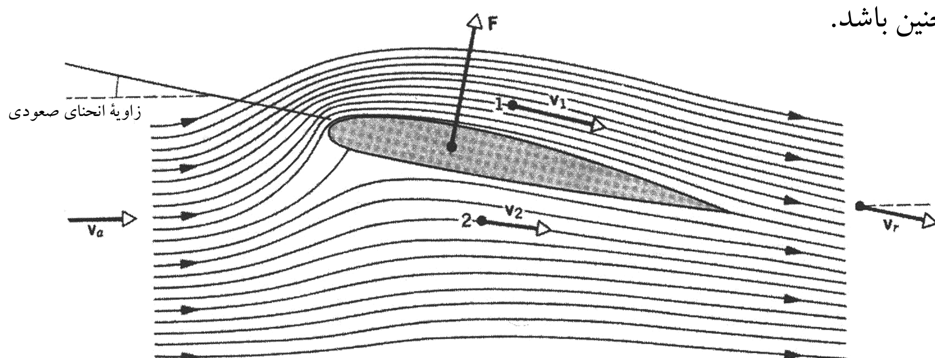
(ج)

شکل (۱)

(شکل – ۲) خطوط جریان اطراف مقطع بال طیاره را نشان میدهد. حالت طیاره را درنظر می گیریم (مثل تونل باد که طیاره در آن ساکن است) فرض می کنیم هوا از چپ به راست حرکت می کند و از اطراف بال می گذرد. به شباهت های شکل های (۱– ۲) توجه کنید. در توضیح قوهٔ محرکهٔ بلند کنندهٔ وارد بربال طیاره هم نوعی حرکت چرخشی هوا، مشابه با (شکل — ب) وجود دارد.

زاویهٔ انحنای بال طیاره باعث میشود که هوا به طرف پایین منحرف شود. نظر به قانون سوم نیوتن، هوا قوهٔ عکس العملی بر بال وارد میکند که رو به بالا است. این قوه همان قوهٔ محرکهٔ بلند کنندهٔ F است.

معادلهٔ برنولی به تنهایی برای پیش بینی نقش خطوط جریان اطراف بال طیاره کافی نیست، اما ازاین معادله می توان نتیجه گرفت که یک قوهٔ بلند کننده به بال طیاره وارد می شود. چون در بالای بال (نقطهٔ ۱) خطوط جریان به هم نزدیکتراند تا در زیر بال (نقطهٔ ۲) پس $v_1 > v_2$ است و از اصل برنولی نتیجه میشود که $P_1 < P_2$ که اگر قرار است قوهٔ بلند کننده یی داشته باشیم باید چنین باشد.



شکل (۲)

عنوان درس: (تیوپ وینتوری –اندازه گیری سرعت جریان)، **شــمارهٔ درس: (۵)، صــفحهٔ کتــاب: (۲۰۲)،**
وقت: (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	تیوپ و ینتوری –اندازه گیری سرعت جریان
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• اندازه گیری سرعت حرکت مایعات و گازات متحرک با استفاده از تیوپ وینتوری. • آشنایی با تیوپ وینتوری و مورد استفاده از آن. • دانستن روابط فشار، سرعت و حجم در جریان سیال ها. • آشنایی با اتومایزر و طرز کار آن.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب و تجربهٔ نمایشی.
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، اتومایزر(عطر پاشی)و تریشهٔ کاغذی.
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	پس از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف، درس گذشته را ارزیابی نموده، ارتباط درس گذشته با درس جدید، برای ایجاد انگیزه، سؤالاتی رامطرح می کنیم. مثلاً از شاگردان می پرسیم که : از قانون برنولی آموختیم که می توان سرعت حرکت مایعات و گازات متحرک را اندازه گیری نمود، آیا می دانید که جهت اندازه گیری سرعت جریان از چه استفاده میشود؟ - آیا شنیده اید که تیوپ و ینتوری چیست؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	بعد از جمع بندی و نتیجه گیری روی افکار شاگردان و مباحثه با آنها، عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم و با در نظرداشت شکل درس که روی تخته رسم نموده ایم درس را برای آنها تشریح و توضیح می دهیم و سپس نوبت می دهیم به شاگردان تا رابطهٔ $v_1 = \sqrt{2(P_1 - P_2)/\rho(g^2 - 1)}$ را استخراج نموده و به زبان خود به مقابل صنف تشریح نمایند. تا به همین ترتیب اثر قانون برنولی را بالای یک صفحهٔ کاغذ عملاً توسط شاگردان اجرا و به نمایش بگذارید. اتومایزر (عطرپاش) را با طرز کار آن که با استفاده از قانون برنولی توضیح شده است مطابق متن کتاب به شاگردان معرفی و تشریح می کنیم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم درس با طرح سؤالات کوتاه و سهمیگیری شاگردان، نکات عمدهٔ درس را تکرار می کنیم، تا ذهن نشین آنها شود و آموزش مؤثر صورت بگیرد.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی مطلوب، سؤال های کلیدی و کوتاه از چند شاگرد بخاطر کسب اطمینان از میزان آموزش درس طرح نمایید، تا بدانید که شاگردان تا کدام درجه به اهداف آموزشی درس رسیده اند.

۹– جواب به سؤالهای درس	در متن درس سؤال حل ناشده وجود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	جریان سنج و ینتوری وسیله یی است که اکثراً برای اندازه گیری جریان سیال به کار میرود. نام این وسیله را از وینتوری (G . B. venture -۱۷۴۸-۱۸۲۲) دانشمند ایتالوی گرفته اند. این وسیله یک لولهٔ شیشه یی فشار سنجی است که قسمتی از آن پر از جیوه یا مایع دیگر است وبه لوله یی متصل است که ناحیهٔ باریک دارد. اثر برنولی در بعضی شرایط فیزیولوژیکی وآسیب شناختی نیز نقش مهم بازی می کند؛ مثلاً: بازو بسته شدن سریع راه عبور هوا بین تارهای صوتی در حنجره، ناشی از اثر برنولی است. این عمل بدینقرار است که ارتعاشات اساسی که برای صحبت کردن ضروری اند، تولید می شوند. زبان، حفره های بینی و دهان، امواجی روی این ارتعاشات ایجاد و آنها را به صحبت قابل درک تبدیل می کند. اثر برنولی همچنان ایجاد علایم مرحلهٔ پیشرفته تصلب شرایین به نام حرکات نامنظم عروقی را سبب می شود. دراین بیماری داخل شرایین رسوب ایجاد می شود و آنرا تنگ می کنند. این امر روی قلب تأثیر فوری و زیانبار دارد. معقول به نظر می رسد که با افزایش فشار می توان میزان جریان را ثابت نگاه داشت؛ چون این فشار متناسب با $1/R^4$ زیاد می شود که در آن R شعاع لولهٔ استوانهٔ است، حتی کاهش اندک در شعاع شرایین هم فشار زیاد تر بر ماهیچهٔ قلب وارد می کند. در بعضی موارد، انقباض موضعی چنان شدید می شود که سرعت جریان خون در آن نقطه، هنگام انقباض قلب بسیار زیاد گردیده و به این ترتیب طبق معادلهٔ ثابت $= P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2$ فشار در آن ناحیه می تواند کمتر از فشار بافتها و مایعات بدن در اطراف آن شود، و این امر باعث می شود که شرایین فشرده شده و سپس بسته شود و به مجرد آنکه جریان قطع شود اثر برنولی از بین میرود و فشار شرایینی، داخلی دوباره به شدت کم می شود ورگ دوباره بسته میشود. این ارتعاش رابه آسانی میتوان به کمک گوشی طبی تشخیص داد.

عنـــوان درس: (بالهـای طیـاره و قـوهٔ محرکـهٔ بلنـد کننـده)، **شـــمارهٔ درس: (۶)، صـــفحهٔ کتـــاب: (۲۰۴)، وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	بالهای طیاره و قوهٔ محرکهٔ بلند کننده (Dynamic Lift)
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• آشنایی با بالهای طیاره و قوهٔ محرکهٔ بلند کننده بر آنها. • دانستن اینکه چه چیز سبب می شود تاطیاره را در هوا بلند نگهدارد. • آشنایی با اصطلاحات جدید علمی و درک درستی از آنها تا بتوانند آنرا تشریح و توضیح نمایند.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تخته پاک و تباشیر
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام، احوالپرسی و تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، سؤالی را طبق میل تان برای ایجاد انگیزه به شاگردان طرح نمایید. بعد از جرو بحث نظریات شاگردان را جمع بندی نموده و نتیجهٔ حاصله را به درس جدید ارتباط دهید. طور مثال بپرسید که آیا گاهی به طیاره سفر نموده اید؟ به نظر شما چه چیزها باعث میشود تا طیاره را در هوا بلند نگهدارد؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	- عنوان درس جدید را روی تخته نوشته و شاگردان را متوجه شکل درس می نماییم. - شکل را روی تخته رسم کرده و ابتدا به نظریات شاگردان گوش میدهیم و بعد از نتیجه گیری درحل سؤال ها آنها را کمک و رهنمایی لازم می نماییم. درس را روی شکل داده شده تشریح و اصطلاحات جدید مثل (Dynamic Lift) و Turbulence را به صورت واضح به شاگردان توضیح میدهیم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	جهت تحکیم درس با طرح سؤالات کوتاه شاگردان را متوجه شکل نموده، درس را با سهمگیری خود شان تکرار می کنیم.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی درس، سؤالاتی مرتبط با هدف درس را طرح نموده و مفاهیم اساسی را طبق میل تان تکرارو از شاگردان بپرسید، تا از میزان یاد گیری شاگردان اطمینان حاصل نمایید.
۹– جواب به سؤالهای درس	در متن درس سؤال حل ناشده وجود ندارد.
۱۰ معلومات اضافی	طیاره– یکی از کار بردهای بسیار مهم تغییر فشاری که در یک نقطه در مسیر حرکت سیال بر اثر تغییر سرعت پیش می آید در ساختن و استفاده از طیاره است. در طیاره ها به علت خمیده گی مخصوص و محاسبه شده یی که به سطح بال طیاره ها می دهند، خطوط جریان هوا در سمت بالا به هم نزدیک و در سمت پائین از یکدیگر دور می

شوند.

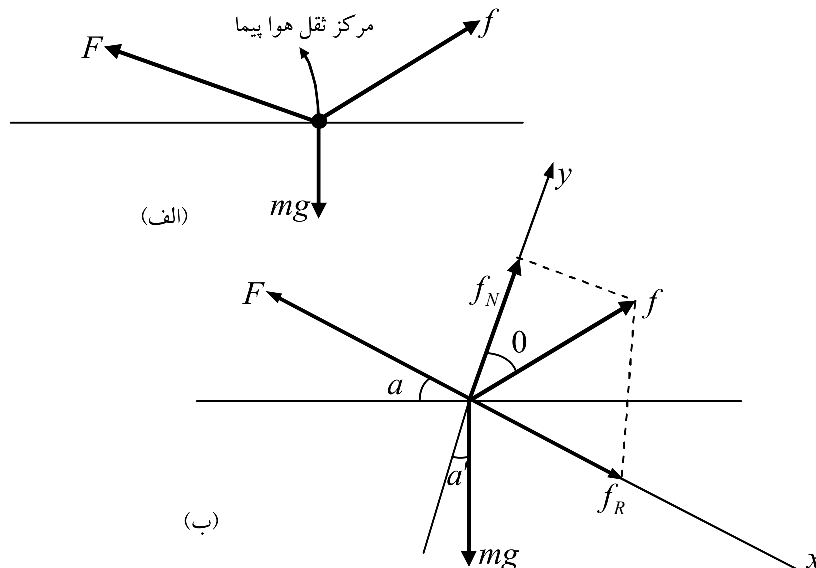
بنابراین ذرات در سطح بالایی سریعتر از ذرات هوا در سطح پائینی حرکت می کنند. یعنی فشار در بالا کمتر از پایین است و بال های طیاره تحت تاثیر این اختلاف فشار (اختلاف قوهٔ ایجاد شده بر اثر اختلاف فشار)، طیاره را بالا میبرد. اگر بال نسبت به امتداد حرکت سیال دارای زاویه باشد، جریان آشفته در بالای بال وسعت بیشتر می گیرد و کاهش فشار در بالا بیشتر شده و در نتیجه قوه یی که به بال درجهت بال وارد می شود افزایش می نماید.

حال طیاره یی را در نظر می گیریم که در ارتفاع معین با سرعت ثابت پرواز می کند، بنابراین طیاره درحال تعادل دینامیکی است، یعنی محصلهٔ قوه های خارجی وارد برآن صفر است و در این حالت سه قوه بر طیاره وارد می شود.

۱- قوهٔ وزن mg که به مرکز ثقل وارد می شود و جهت آن به طرف مرکز زمین است.

۲- قوهٔ جلو بر F که توسط موتور تامین می گردد.

۳- قوهٔ اصطکاک (مقاومت هوا) F_R که محصلهٔ قوه های مقاومت هوا بر بدنه و بالهای طیاره است. F بدو مولفه، یکی عمود برجهت مسیر حرکت طیاره (خط پرواز) که با F_N نشان میدهیم که یک قوهٔ بلند کننده است و دیگری F_R موازی با خط پرواز که مولفهٔ عقب بر نامیده میشود. شرط تعادل را طور ذیل می نویسیم: $\sum F_x = 0$



$$-F + F_R + mg\cos\left(\frac{\pi}{2} - \hat{a}\right) = 0$$

$$F = F_R + mg\sin\alpha$$

$$F_R = F\sin\theta \Rightarrow F = f\sin\theta + mg\sin\alpha$$

$$\sum Fy = 0$$

$$F_N - mg\cos\alpha' = 0$$

پس: $\alpha = \alpha'$

$$F_N = mg\cos\alpha$$

اما $FN = F\cos\theta$ بنابراین $F\cos\theta = mg \,.\, \cos a$

هنگامیکه طیاره دریک سطح افقی با سرعت ثابت پرواز میکند، زاویهٔ αبرابر به صفر است، پس : $F_N = F\cos\theta = mg$ و $F = F_R = F\sin\theta$

عنوان درس: (لزوجیت)، **شمارهٔ درس: (۷)، صفحهٔ کتاب: (۲۰۵)، وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	مفهوم لزوجیت، قوه های اصطکاک داخلی (پیدایش ومحاسبه)
۲– نتایج متوقعه **(دانشی،مهارتی و ذهنیتی)**	• آشنایی با مفهوم لزوجیت (چسپنده گی). • کسب مهارت لازم برای انجام فعالیت درس. • مطالعهٔ ارتباط اصطکاک داخلی با بزرگی سطح تماس جسم با مایع، با خاصیت های مایعیکه جریان دارد و با سرعت حرکت مایع. • دانستن واحد اندازه گیری لزوجیت درسیستم بین المللی واحدات. • اندازه گیری ضریب لزوجیت. • کسب مهارت لازم در حل مثال ها و سؤالات درس.
۳– روش های تدریس	لکچر، فعالیت گروپی، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته،تباشیر، عرادهٔ کوچک لابراتواری (درصورت موجودیت)
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	بعد از ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم صنف، ارزیابی درس گذشته و تکرار مفاهیمیکه در درس های گذشته گفتیم و ارتباط آن ها با موضوع درس جدید، عنوان درس را روی تخته نوشته و برای ایجاد انگیزه از آنها می پرسیم که آیا با استفاده از آنچه از دروس قبل آموخته اند، می توانند بگویند که لزوجیت یعنی چه؟
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– بعد از نتیجه گیری و جمع بندی روی افکار شاگردان، با یاد آوری مفاهیمی که از دروس گذشته آموخته اند، مفهوم لزوجیت را برای شاگردان تشریح می نماییم. آنها را متوجه شکل که در تجربهٔ مربوط به درس آمده ، نموده تجربه را به صورت تخیلی برای آنها توضیح و انجام میدهیم،طوریکه: شکل (۱۳–۸) را روی تخته رسم نموده و موضوع را به شکل فرضی تشریح و توضیح میدهیم. – بعد از انجام تجربه برای شاگردان، نتیجهٔ آنرا که چگونگی ارتباط اصطکاک داخلی با کمیت های سه گانه می باشد، مطابق متن درس تشریح نموده و در ضمن ضریب لزوجیت و واحد اندازه گیری آن را در سیستم (SI) و همچنان فارمول هایی را که برای محاسبهٔ اصطکاک داخلی و خارجی استفاده می شوند برای شاگردان توضیح می دهیم. – طریقهٔ اندازه گیری ضریب لزوجیت و آله یی را که از آن استفاده می شود، معرفی نموده و مثال های داده شدهٔ درس را با سهمگیری فعال شاگردان حل می کنیم. – مثال اخیر این درس که محاسبهٔ ضریب لزوجیت گریس خواسته شده است، مغلق حل شده، صورت درست و مفصل آن چنین می باشد:

حل:

کره در داخل گریس پس از پیمودن یک فاصلهٔ کوتاه، حرکت یکنواخت را با سرعت $v=\frac{h}{t}=\frac{24cm}{18s}=\frac{4cm}{3s}=1.33\frac{cm}{s}$ به خود می گیرد.

اکنون می دانیم که مقاومت داخلی (R_i) عبارت از حاصل تفریق وزن (w) و مقدار قوهٔ صعودی (F_b) می باشد، یعنی: $R_i=w-F_b$

$$w=m.g=\rho_2.v.g \Rightarrow \text{ و } F_b=\rho_1.v.g$$

$$\rho_2=\text{کثافت المونیم}=2.8\frac{gr}{cm^3} \Rightarrow \rho_1=\text{کثافت گریس}=0.9\frac{gr}{cm^3}$$

$$v=\text{حجم المونیم}=\frac{4}{3}\pi(\frac{3mm}{2})^3=\frac{4\times\pi\times(1.5mm)^3}{3}=\frac{4\pi\times(0.15cm)^3}{3}$$

$$v=\frac{4\times\pi\times0.00338cm^3}{3}=\frac{12.56\times3.38\times10^{-3}cm^3}{3}$$

$$v=4.186\times3.38\times10^{-3}cm^3 14.148\times10^{-3}cm^3=1.415\times10^{-2}cm^3$$

با استفاده از معلومات فوق و وضع قیمت ها، قیمت (R_i) را چنین بدست می آوریم:

$$R_i=\rho_2.v.g-\rho_1.v.g=vg(\rho_2-\rho_1)$$

$$R_i=1.415\times10^{-2}cm^3\times981\frac{cm}{s^2}(2.8\frac{gr}{cm^3}-0.9\frac{gr}{cm^3})$$

$$R_i=1388.115\times10^{-2}cm^3\frac{cm}{s^2}(1.9\frac{gr}{cm^3})=13.88\times1.9\frac{gr.cm}{s^2}$$

$$R_i=26.37dyne$$

در این مرحله با داشتن قیمت Ri، ضریب لزوجیت گریس را از رابطهٔ $\eta=\frac{R_i d}{A\cdot V}$ چنین بدست می آوریم:

$$R_i=26.37dyne \Rightarrow d=0.3cm \Rightarrow v=1.33\frac{cm}{s}$$

$$A=\text{سطح جانبی کرهٔ المونیمی}=4\pi R^2=4\pi\times(\frac{d}{2})^2=\frac{4\times3.14\times(0.3cm)^2}{4}$$

$$A=3.14\times0.09cm^2=0.2826cm^2$$

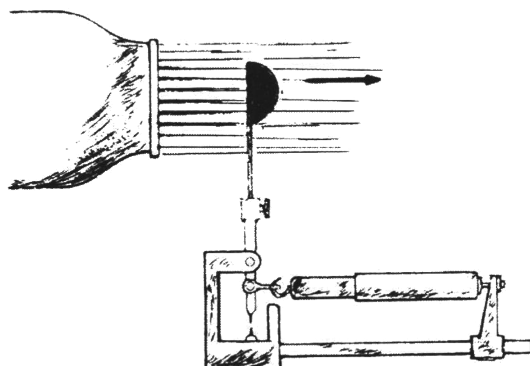
بعد از وضع قیمت ها می توان نوشت:

$$\eta=\frac{R_i d}{A.V}=\frac{26.37dyne\times0.3cm}{0.2826cm^2\times1.33\frac{cm}{s}}=\frac{7.911dyne\,cm}{0.365\frac{cm^3}{s}}$$

$$\eta=\frac{21.66gr.\frac{cm}{s^2}\times cm}{\frac{cm^3}{s}}=\frac{21.66gr.cm\times cm\times s}{cm^3\times s^2}=21.66\frac{gr}{cm.s}$$

$$\eta=21.66\frac{gr}{cm.s}=2.166\frac{kg}{m.s}$$

۷- تحکیم درس (۷ دقیقه)	برای تحکیم درس نکات مهم و اساسی درس را تکرار و از شاگردان میخواهیم تا سؤال های مربوط درس را در خانه حل نمایند.
۸- ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	درس را می توانید هنگام حل مثال ها و ارایهٔ جواب به سؤال های فعالیت و اندازهٔ سهمگیری آنها ارزیابی نمایید و یا سؤالات کوتاه راکه مرتبط با اهداف درس باشد، طرح نمایید تا خود را از مقیاس یادگیری درس توسط شاگردان مطمئن سازید.
۹- جواب به سؤالهای درس	حل ۱- یاد داشت ضروری: در متن این سؤال (۸ میلی مترعرض)به ۸ ملی متر ضخامت عوض شود و در شکل، عرض پلیت از $5\,cm$ به $1.1cm$ تغییر نماید (شکل نیز مطابق شرایط اصلاح شود). حل سؤال: ضریب لزوجیت $\text{اصطکاک خارجی} = R_0 = \mu F_N \Rightarrow [\eta] = ?$ $\text{لزوجیت}[\eta] = \left[\frac{R_o .d}{A.v}\right] = \left[\frac{\mu F_N \ .d}{A.v}\right]$ درصورتیکه: $\mu = 1$ $F_N = 0.1N = 0.1 \times 10^5 \ dyn = 10^4 \ dyn$ $d = 8 \ mm = 0.8cm = 8 \times 10^{-1} \ cm$ $A = 5.5\,cm^2$ $v = 12 \ cm/s$ $\eta = \frac{10^4 \ dyne . 8\times 10^{-1} \ cm}{5.5\,cm^2 \ .12 \ cm/s}$ $\eta = \frac{8 \ . 10^{-3} \ dyne.\cancel{cm}}{66 \ cm^2 \ .\cancel{cm}/s} = 0.12 \times 10^{-3} \frac{gr \ cm/s^2}{cm^2/s} = 1.2 \times 10^{-4} \ \frac{gr.\cancel{cm}}{s^2} \times \frac{\cancel{s}}{cm} = 1.2 \times 10^{-4} \ \frac{gr}{cm.s}$ حل ۲- $\eta = \frac{F_N \ .d}{A.v}$ $\text{تفاوت فشار} = P = (\frac{\mu F_N}{A})$ پس: $\eta = P.d/v = P.\frac{d}{l/t} = P.\frac{d.t}{l}$ و یا: $t = \eta \ .l/P.d$

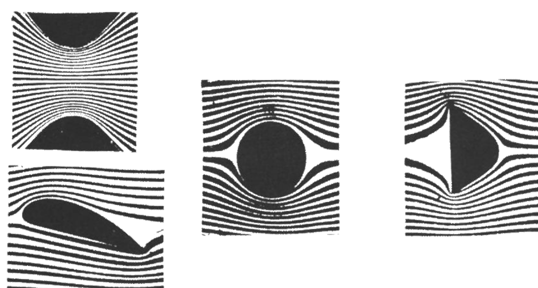
داریم که: $\eta = 1.5 kg/m.s$ $l = 12.5 cm = 1.25 \times 10^{-1}\ m$ $P = \frac{F_N}{A} = 18 \times 10^{6}\ bar = (18 \times 10^{6} \times 10^{5}) Pa = 18 \times 10^{11}\ Pa$ $d = \frac{2.5 mm}{2} = 1.25 mm = 1.25 \times 10^{-3} m$ بعد از وضع قیمت ها: $t = \frac{1.5 kg/m.s \times 1.25 \times 10^{-1} m}{18 \times 10^{11} P . 1.25 \times 10^{-3} m} = \frac{1.5 kg}{18 \times 10^{11} Pa\ .m.s \times 10^{-3}} = \frac{15 \times 10^{-1}}{180 \times 10^{8}} = \frac{15 \times 10^{-1} \times 10^{-8} kg}{180\ \frac{N}{m^2}\ .\ m.s}$ $t = \frac{15 \times 10^{-9} kg}{180\ kg\ .\frac{m.s}{s^2 . m}}$ $t = 0.0833 \times 10^{-9}\ s = 8.33 \times 10^{-11} s$	
قبل ازاینکه به مطالعهٔ لزوجیت بپردازیم، اصطکاک سیال و سرعت نهایی را مورد مطالعه قرار میدهیم. تجربه نشان میدهد که حرکت یک جسم از داخل مایع یا گاز (سیال) ساکن با مقاومت سیال مواجه می شود و اگر قوهٔ لازم جهت حرکت تامین نگردد، جسم نسبت به سیال به حالت سکون در میآید؛ همچنین اگر جسمی دریک سیال جاری رها شود، چنانچه قوه به اندازهٔ کافی وارد گردد، این جسم نیز به حرکت در خواهد آمد. بنابراین در هر دو حالت مشاهده میشود که طبق قانون دوم نیوتن، توسط مایع یا گاز قوه یی برجسم وارد می شود که این قوه را مقاومت سیال می نامند. چنین مقاومتی را میتوان هنگام حرکت یک کشتی در آب و حرک موتر و طیاره درهوا مشاهده کرد. هنگام محاسبهٔ مقاومت سیال فرق نمیکند که جسم را متحرک و سیال را ساکن درنظر بگیریم، یا جسم را ساکن و سیال، را متحرک فرض کنیم. بنابراین میتوان سیال را باسرعت لازم از فضای مشخصی عبور و اجسام را در مقابل آن قرار داده و مقاومت سیال را اندازه گرفت، مانند شکل: 	**۱۰ معلومات اضافی**

تجربه نشان میدهد که قوهٔ مقاومت سیال به بزرگترین سطح مقطع جسم به سرعت و شکل آن بسته گی دارد.

- اثر سرعت در مقاومت سیال: درسرعت های کم، قوهٔ مقاومت با سرعت متناسب است، یعنی: $F = Kv$

K ضریبی است که به خاصیت چسپنده گی (لزوجیت) مایع ، شکل و ابعاد جسم بسته گی دارد و در چنین حالتی جریان سیال در اطراف جسم ملایم و منظم است.

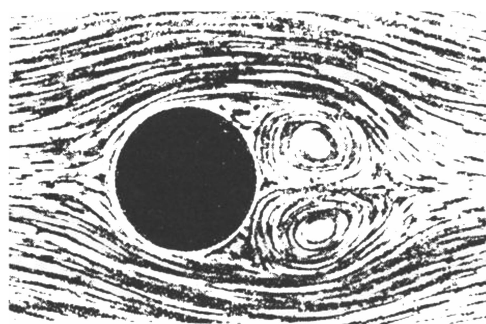
شکل: طبعیت جریان سیال را در اطراف چند جسم با شکل و سطح مقطع مختلف نشان میدهد.



هنگام عبور یک جسم باسرعت کم از داخل یک سیال ، در پیشروی جسم، سیال به دو بخش تقسیم شده هر کدام از یک سمت جسم عبور کرده و در سمت دیگر مجدداً به هم ملحق شده ویک حالت تقارن به وجود میآورند، این گونه جریان را جریان ساکن نیز میگویند.

با افزایش سرعت، رفتار سیال در اطراف جسم، نا منظم و پیچیده شده ویک آشفته گی به وجود میآید که آنرا جریان آشفته یا متلاطم می گویند. در جریان آشفته نمونهٔ جریان همیشه در تغییر است. شکل زیر نشان میدهد که در جریان های آشفته در عقب جسم جریان های گردابی و یا گرد بادی به وجود میآید که در این حالت ها قوهٔ مقاومت با مجذور سرعت متناسب است؛ یعنی: $F = CA\,\dfrac{\rho_0\ v^2}{2}$

دراین رابطه ρ_0 کثافت سیال، A بزرگترین سطح مقطع جسم و v سرعت جسم بوده و ضریب c به شکل بسته گی دارد.



عنوان درس: (پدیدهٔ جریان توفانی)، **شمارهٔ درس: (۸)، صفحهٔ کتاب: (۲۰۹)، وقت:** (یک ساعت درسی)

مطالب	شرح
۱– موضوع درس	پدیدهٔ جریان توفانی
۲– نتایج متوقعه (دانشی،مهارتی و ذهنیتی)	• دانستن چگونگی وقوع یک جریان در سرعت های مختلف. • آشنایی با مفاهیم و اصطلاحات جدید درس. • توضیح نمودن علت پیدایش گرداب.
۳– روش های تدریس	لکچر، سؤال و جواب
۴– مواد ممد درسی	تخته، تباشیر، تخته پاک
۵– قسمت ورودی درس (۵ دقیقه)	– بعد از ادای سلام، احوالپرسی، تنظیم صنف و ارزیابی درس گذشته، سؤالات کار خانه‌گی شاگردان را که روز گذشته وظیفه داده شده بود، مرور نموده و در قسمت حل مشکل شان آنها را کمک و رهنمایی می کنیم. – درس گذشته را با درس جدید ارتباط میدهیم و عنوان درس جدید را روی تخته می نویسیم. – برای ایجاد انگیزه از آنها می پرسیم که! علت غرق شدن در یک گرداب را میدانید؟ چرا حتی یک آب باز قهرمان کوشش می کند از گرداب خود را دور نگه کند. علت آنرا میتوانید توضیح دهید. به آنها اجازه میدهیم که خود در مورد فکر کنند و جواب های شان را ارایهٔ نمایند.
۶– فعالیت جریان درس (۲۸ دقیقه)	– به نظریات شاگردان که در مورد ارایه می نمایند گوش میدهیم وبعد از جرو بحث در مورد، نظریات شان را جمع بندی نموده و نتیجهٔ حاصله را به درس جدید ارتباط میدهیم و سپس بر جریان درس آغاز مینماییم. – اکنون شکل داده شدهٔ مربوط درس را روی تخته رسم می کنیم و چگونگی وقوع یک جریان در سرعت های مختلف را تشریح نموده، کوشش می کنیم در جریان تشریح درس، مفهوم اصطلاحات جدید را به شاگردان تفهیم نماییم. – به همین ترتیب در قسمت پیدایش گرداب و علت به وجود آمدن آن با در نظر داشت شکل درس و نظریات شاگردان و اصلاح اشتباهات آنها توضیحات لازم را ارایه مینماییم.
۷– تحکیم درس (۷ دقیقه)	جهت تحکیم بخشیدن درس، نکات اساسی درس را با مباحثات کافی با شاگردان تکرار می کنیم، و برای شناخت و تحلیل شکل های متن درس سؤال های کوتاهی را طرح و از آنها میخواهیم تا در مورد فکر نمایند و جوابهای شان را ارایهٔ کنند.
۸– ارزیابی و ختم درس (۵ دقیقه)	برای ارزیابی مطلوب از درس سؤالات کلیدی و مرتبط با اهداف درس از چند شاگرد بخاطر کسب اطمینان از میزان مناسب آموزش این درس طرح نمایید و سنجش کنید که شاگردان تا کدام حد به اهداف آموزشی درس رسیده اند.
۹– جواب به سؤالهای درس	سؤال حل ناشده در متن درس وجود ندارد.

۱۰ معلومات اضافی
توصیف صوری جریان سیال به کمک روابطی بیان می شود که بین فشار، کثافت وسرعت در هر نقطه یی از فضا و هر لحظ یی از زمان برقرار اند. این معادلات حرکت را که ازقوانین نیوتن استخراج میشود، معادلات جریان های مضطرب دریایی می نامند. حل این معادلات از لحاظ ریاضی بسیار دشوار است. ماهم در اینجا فقط چند حالت خاص را در نظر می گیریم و از تقریب های ساده کنندۀ گوناگون بهره می گیریم. مثلاً تنها جریان آرام(ثابت و یا غیر متغیر). را بررسی می کنیم. جریان سیالات را به طور کلی به دو مقوله تقسیم می کنند، جریان حرکت آرام (بی اضطراب) و جریان آشفته (یا متلاطم). در جریان آرام، هر حجم کوچکی از مایع، بدون چرخش، در طول به اصطلاح خطوط جریان حرکت می کند. به همین دلیل، جریان آرام را جریان خط جریان هم می‌نامند. خطوط جریان، الگوی جریان را در وضعیت مشخص توصیف می کند. جریان آرام به سرعت های کم جریان محدود می شود.
اگر سرعت جریان در یک لوله ویا از کنار یک شی از مقدار معین بیشتر شود، الگوی جریان به نحو چشمگیری از شکل آرام به شکل آشفته تبدیل می شود. در این حالت، چنان که از صفت آشفته بر می آید، چرخش و گرداب در سیال به وجود می‌آید.
جریان آشفته (یا متلاطم) حالت تعادل دینامیکی به شمار نمی آید؛ یعنی برخلاف جریان آرام که در آن خطوط جریان باگذشت زمان تغییر نمی کنند، اما محل و بزرگی گرداب های جریان آشفته با زمان تغییر می کنند.

جواب به سؤال های اخیر فصل هشتم

جواب سؤالات شماره های ۱ و ۲ در متن کتاب موجود است.
جواب سؤال سوم: رابطۀ $A_1 v_1 = A_2 v_2$ برای هر یک از مقطع های (A_2 , A_1) , (A_3 , A_2)و .... قابل تطبیق است.
جواب سؤال چهارم: (غیر متراکم) کفته می شوند.
جواب سؤال پنجم: $\rho \frac{v^2}{2} + \rho gh + P = ct$
جواب سؤال ششم: بنام فشار بند یاد می شود.
جواب سؤال هفتم: براساس قانون برنولی در تیوپ وینتوری، رابطۀ $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ صدق میکند.
جواب سؤال هشتم: حل سؤال در متن درس موجود است.
جواب سؤال نهم: چون $P = F \times s$ و دراین رابط S مقطع بوده و فشار مستقیماً متناسب به آن می باشد، پس هرگاه این فشار زیاد شود با بلند رفتن فشار قوۀ بزرگ به وجود می آید.
جواب سؤال دهم: نه خیر، زیرا در مهتاب هوا وجود ندارد.
جواب سؤال ۱۱: جز (ب) درست است.
حل سؤال ۱۲: $A_1 = 2.5 cm^2$ = مساحت مقطع در نقطۀ A
$A_2 = 5 cm^2$ = مساحت مقطع در نقطۀ B

$v_1 = ?$, $v_2 = ?$

حل: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

ویا
$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{2.5}{5} = \frac{25}{50_2}$$
$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$$
بعد از طرفین و سطین $v_1 = 2\, v_2$ (سرعت آب در نقطهٔ A) یعنی جریان آب در نقطهٔ A دو مرتبه سریعتر نسبت به نقطهٔ B می باشد.

حل سؤال ۱۳: معلم صاحب محترم، لطف نماید قبل از حل سؤال (۱۳) صفحهٔ (۲۱۴) کتاب درسی متن این سؤال را چنین اصلاح نموده حل نمایید.

سؤال:- در یک نل افقی، آب به سرعت ($1\frac{m}{s}$) جریان دارد. هرگاه شعاع این نل به اندازهٔ ($\frac{1}{4}$) آن باریک گردد، سرعت جریان آبرا در قسمت باریک نل بدست آورید.

حل:
$$\left.\begin{aligned} v_1 &= 1 m/s \\ r_2 &= 1/4\, r_1 \\ v_2 &= ? \end{aligned}\right\} \qquad r_2 = 1/4\, r_1 \Rightarrow r_1 = 4 r_2$$
پس با استفاده از معادلهٔ متمادیت داریم که:
$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \Rightarrow v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{\pi\, r_1^{\,2}\, v_1}{\pi\, r_2^{\,2}} = \frac{(4r_2)^2 v_1}{r_2^{\,2}}$$
$$v_2 = \frac{16\, r_2^{\,2}\, v_1}{r_2^{\,2}} = 16\, v_1 = 16 \times 1 m/s = 16 m/s$$
حل سؤال ۱۴: می دانیم که رابطه بین حجم (V)، زمان (t) و سرعت (v) یک جریان در مقطع A عبارت است از:

$V = A \, . \, v \, . \, t$ (حجم مایع که از نل خارج می شود)
$$R = \frac{D}{2} = \frac{2}{2} = 1 cm$$
$$t = 1S$$
$$V = 2.5 \times 10^{-2}\, m^3$$
داده شده اند که بعد از وضع نمودن قیمتها:
$$2.5 \times 10^{-2}\, m^3 = \pi\, R^2 \, .v\, .\, 1S$$
$$2.5 \times 10^{-2}\, m^3 = \pi \times 1 cm^2 \, .\, v\, 1S$$
ویا
$$v = \frac{2.5 \times 10^{-2}\, m^3}{3.14\, cm^2 \, .\, 1S^2}$$
$$1 cm^2 \; (0.01)^2\, m^2 = 0.0001 m^2 = 10^{-4}\, m^2$$
$$v = \frac{250 \times 10^{-2}\, m^3}{314 \times 10^{-4}\, m^2 .1S} = \frac{250}{314} \times 10^2\, m/s$$
$$v = \frac{250 \times 100}{314} = \frac{25000}{314}\, m/s$$
$$v = 79.62\, m/s$$
پس سرعتی که در آن آب از نل خارج می شود، $79.62 m/s$ می باشد.

Table* ١ *Trigonometric (degrees)

Deg.	Sin	Tan	* Cot	Cos	
0.0	0.00000	0.00000	∞	1.0000	**90.0**
.1	.00175	.00175	573.0	1.0000	89.9
.2	.00349	.00349	286.5	1.0000	.8
.3	.00524	.00524	191.0	1.0000	.7
.4	.00698	.00698	143.24	1.0000	.6
.5	.00873	.00873	114.59	1.0000	.5
.6	.01047	.01047	95.49	0.9999	.4
.7	.01222	.01222	81.85	.9999	.3
.8	.01396	.01396	71.62	.9999	.2
.9	.01571	.01571	63.66	.9999	89.1
1.0	0.01745	0.01746	57.29	0.9998	**89.0**
.1	.01920	.01920	52.08	.9998	88.9
.2	.02094	.02095	47.74	.9998	.8
.3	.02269	.02269	44.07	.9997	.7
.4	.02443	.02444	40.92	.9997	.6
.5	.02618	.02619	38.19	.9997	.5
.6	.02792	.02793	35.80	.9996	.4
.7	.02967	.02968	33.69	.9996	.3
.8	.03141	.03143	31.82	.9995	.2
.9	.03316	.03317	30.14	.9995	88.1
2.0	0.03490	0.03492	28.64	0.9994	**88.0**
.1	.03664	.03667	27.27	.9993	87.9
.2	.03839	.03842	26.03	.9993	.8
.3	.04013	.04016	24.90	.9992	.7
.4	.04188	.04191	23.86	.9991	.6
.5	.04362	.04366	22.90	.9990	.5
.6	.04536	.04541	22.02	.9990	.4
.7	.04711	.04716	21.20	.9989	.3
.8	.04885	.04891	20.45	.9988	.2
.9	.05059	.05066	19.74	.9987	87.1
3.0	0.05234	0.05241	19.081	0.9986	**87.0**
.1	.05408	.05416	18.464	.9985	86.9
.2	.05582	.05591	17.886	.9984	.8
.3	.05756	.05766	17.343	.9983	.7
.4	.05931	.05941	16.832	.9982	.6
.5	.06105	.06116	16.350	.9981	.5
.6	.06279	.06291	15.895	.9980	.4
.7	.06453	.06467	15.464	.9979	.3
.8	.06627	.06642	15.056	.9978	.2
.9	.06802	.06817	14.669	.9977	86.1
4.0	0.06976	0.06993	14.301	0.9976	**86.0**
.1	.07150	.07168	13.951	.9974	85.9
.2	.07324	.07344	13.617	.9973	.8
.3	.07498	.07519	13.300	.9972	.7
.4	.07672	.07695	12.996	.9971	.6
.5	.07846	.07870	12.706	.9969	.5
.6	.08020	.08046	12.429	.9968	.4
.7	.08194	.08221	12.163	.9966	.3
.8	.08368	.08397	11.909	.9965	.2
.9	.08542	.08573	11.664	.9963	85.1
5.0	0.08716	0.08749	11.430	0.9962	**85.0**
.1	.08889	.08925	11.205	.9960	84.9
.2	.09063	.09101	10.988	.9959	.8
.3	.09237	.09277	10.780	.9957	.7
.4	.09411	.09453	10.579	.9956	.6
.5	.09585	.09629	10.385	.9954	.5
.6	.09758	.09805	10.199	.9952	.4
.7	.09932	.09981	10.019	.9951	.3
.8	.10106	.10158	9.845	.9949	.2
.9	.10279	.10334	9.677	.9947	84.1
6.0	0.10453	0.10510	9.514	0.9945	**84.0**
	Cos	Cot	* Tan	Sin	Deg.

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
6.0	0.10453	0.10510	9.514	0.9945	**84.0**
.1	.10626	.10687	9.357	.9943	83.9
.2	.10800	.10863	9.205	.9942	.8
.3	.10973	.11040	9.058	.9940	.7
.4	.11147	.11217	8.915	.9938	.6
.5	.11320	.11394	8.777	.9936	.5
.6	.11494	.11570	8.643	.9934	.4
.7	.11667	.11747	8.513	.9932	.3
.8	.11840	.11924	8.386	.9930	.2
.9	.12014	.12101	8.264	.9928	83.1
7.0	0.12187	0.12278	8.144	0.9925	**83.0**
.1	.12360	.12456	8.028	.9923	82.9
.2	.12533	.12633	7.916	.9921	.8
.3	.12706	.12810	7.806	.9919	.7
.4	.12880	.12988	7.700	.9917	.6
.5	.13053	.13165	7.596	.9914	.5
.6	.13226	.13343	7.495	.9912	.4
.7	.13399	.13521	7.396	.9910	.3
.8	.13572	.13698	7.300	.9907	.2
.9	.13744	.13876	7.207	.9905	82.1
8.0	0.13917	0.14054	7.115	0.9903	**82.0**
.1	.14090	.14232	7.026	.9900	81.9
.2	.14263	.14410	6.940	.9898	.8
.3	.14436	.14588	6.855	.9895	.7
.4	.14608	.14767	6.772	.9893	.6
.5	.14781	.14945	6.691	.9890	.5
.6	.14954	.15124	6.612	.9888	.4
.7	.15126	.15302	6.535	.9885	.3
.8	.15299	.15481	6.460	.9882	.2
.9	.15471	.15660	6.386	.9880	81.1
9.0	0.15643	0.15838	6.314	0.9877	**81.0**
.1	.15816	.16017	6.243	.9874	80.9
.2	.15988	.16196	6.174	.9871	.8
.3	.16160	.16376	6.107	.9869	.7
.4	.16333	.16555	6.041	.9866	.6
.5	.16505	.16734	5.976	.9863	.5
.6	.16677	.16914	5.912	.9860	.4
.7	.16849	.17093	5.850	.9857	.3
.8	.17021	.17273	5.789	.9854	.2
.9	.17193	.17453	5.730	.9851	80.1
10.0	0.1736	0.1763	5.671	0.9848	**80.0**
.1	.1754	.1781	5.614	.9845	79.9
.2	.1771	.1799	5.558	.9842	.8
.3	.1788	.1817	5.503	.9839	.7
.4	.1805	.1835	5.449	.9836	.6
.5	.1822	.1853	5.396	.9833	.5
.6	.1840	.1871	5.343	.9829	.4
.7	.1857	.1890	5.292	.9826	.3
.8	.1874	.1908	5.242	.9823	.2
.9	.1891	.1926	5.193	.9820	79.1
11.0	0.1908	0.1944	5.145	0.9816	**79.0**
.1	.1925	.1962	5.097	.9813	78.9
.2	.1942	.1980	5.050	.9810	.8
.3	.1959	.1998	5.005	.9806	.7
.4	.1977	.2016	4.959	.9803	.6
.5	.1994	.2035	4.915	.9799	.5
.6	.2011	.2053	4.872	.9796	.4
.7	.2028	.2071	4.829	.9792	.3
.8	.2045	.2089	4.787	.9789	.2
.9	.2062	.2107	4.745	.9785	78.1
12.0	0.2079	0.2126	4.705	0.9781	**78.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Table ۲ *Trigonometric (degrees) (continued)*

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
12.0	0.2079	0.2126	4.705	0.9781	**78.0**
.1	.2096	.2144	4.665	.9778	77.9
.2	.2113	.2162	4.625	.9774	.8
.3	.2130	.2180	4.586	.9770	.7
.4	.2147	.2199	4.548	.9767	.6
.5	.2164	.2217	4.511	.9763	.5
.6	.2181	.2235	4.474	.9759	.4
.7	.2198	.2254	4.437	.9755	.3
.8	.2215	.2272	4.402	.9751	.2
.9	.2233	.2290	4.366	.9748	77.1
13.0	0.2250	0.2309	4.331	0.9744	**77.0**
.1	.2267	.2327	4.297	.9740	76.9
.2	.2284	.2345	4.264	.9736	.8
.3	.2300	.2364	4.230	.9732	.7
.4	.2317	.2382	4.198	.9728	.6
.5	.2334	.2401	4.165	.9724	.5
.6	.2351	.2419	4.134	.9720	.4
.7	.2368	.2438	4.102	.9715	.3
.8	.2385	.2456	4.071	.9711	.2
.9	.2402	.2475	4.041	.9707	76.1
14.0	0.2419	0.2493	4.011	0.9703	**76.0**
.1	.2436	.2512	3.981	.9699	75.9
.2	.2453	.2530	3.952	.9694	.8
.3	.2470	.2549	3.923	.9690	.7
.4	.2487	.2568	3.895	.9686	.6
.5	.2504	.2586	3.867	.9681	.5
.6	.2521	.2605	3.839	.9677	.4
.7	.2538	.2623	3.812	.9673	.3
.8	.2554	.2642	3.785	.9668	.2
.9	.2571	.2661	3.758	.9664	75.1
15.0	0.2588	0.2679	3.732	0.9659	**75.0**
.1	.2605	.2698	3.706	.9655	74.9
.2	.2622	.2717	3.681	.9650	.8
.3	.2639	.2736	3.655	.9646	.7
.4	.2656	.2754	3.630	.9641	.6
.5	.2672	.2773	3.606	.9636	.5
.6	.2689	.2792	3.582	.9632	.4
.7	.2706	.2811	3.558	.9627	.3
.8	.2723	.2830	3.534	.9622	.2
.9	.2740	.2849	3.511	.9617	74.1
16.0	0.2756	0.2867	3.487	0.9613	**74.0**
.1	.2773	.2886	3.465	.9608	73.9
.2	.2790	.2905	3.442	.9603	.8
.3	.2807	.2924	3.420	.9598	.7
.4	.2823	.2943	3.398	.9593	.6
.5	.2840	.2962	3.376	.9588	.5
.6	.2857	.2981	3.354	.9583	.4
.7	.2874	.3000	3.333	.9578	.3
.8	.2890	.3019	3.312	.9573	.2
.9	.2907	.3038	3.291	.9568	73.1
17.0	0.2924	0.3057	3.271	0.9563	**73.0**
.1	.2940	.3076	3.251	.9558	72.9
.2	.2957	.3096	3.230	.9553	.8
.3	.2974	.3115	3.211	.9548	.7
.4	.2990	.3134	3.191	.9542	.6
.5	.3007	.3153	3.172	.9537	.5
.6	.3024	.3172	3.152	.9532	.4
.7	.3040	.3191	3.133	.9527	.3
.8	.3057	.3211	3.115	.9521	.2
.9	.3074	.3230	3.096	.9516	72.1
18.0	0.3090	0.3249	3.078	0.9511	**72.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
18.0	0.3090	0.3249	3.078	0.9511	**72.0**
.1	.3107	.3269	3.060	.9505	71.9
.2	.3123	.3288	3.042	.9500	.8
.3	.3140	.3307	3.024	.9494	.7
.4	.3156	.3327	3.006	.9489	.6
.5	.3173	.3346	2.989	.9483	.5
.6	.3190	.3365	2.971	.9478	.4
.7	.3206	.3385	2.954	.9472	.3
.8	.3223	.3404	2.937	.9466	.2
.9	.3239	.3424	2.921	.9461	71.1
19.0	0.3256	0.3443	2.904	0.9455	**71.0**
.1	.3272	.3463	2.888	.9449	70.9
.2	.3289	.3482	2.872	.9444	.8
.3	.3305	.3502	2.856	.9438	.7
.4	.3322	.3522	2.840	.9432	.6
.5	.3338	.3541	2.824	.9426	.5
.6	.3355	.3561	2.808	.9421	.4
.7	.3371	.3581	2.793	.9415	.3
.8	.3387	.3600	2.778	.9409	.2
.9	.3404	.3620	2.762	.9403	70.1
20.0	0.3420	0.3640	2.747	0.9397	**70.0**
.1	.3437	.3659	2.733	.9391	69.9
.2	.3453	.3679	2.718	.9385	.8
.3	.3469	.3699	2.703	.9379	.7
.4	.3486	.3719	2.689	.9373	.6
.5	.3502	.3739	2.675	.9367	.5
.6	.3518	.3759	2.660	.9361	.4
.7	.3535	.3779	2.646	.9354	.3
.8	.3551	.3799	2.633	.9348	.2
.9	.3567	.3819	2.619	.9342	69.1
21.0	0.3584	0.3839	2.605	0.9336	**69.0**
.1	.3600	.3859	2.592	.9330	68.9
.2	.3616	.3879	2.578	.9323	.8
.3	.3633	.3899	2.565	.9317	.7
.4	.3649	.3919	2.552	.9311	.6
.5	.3665	.3939	2.539	.9304	.5
.6	.3681	.3959	2.526	.9298	.4
.7	.3697	.3979	2.513	.9291	.3
.8	.3714	.4000	2.500	.9285	.2
.9	.3730	.4020	2.488	.9278	68.1
22.0	0.3746	0.4040	2.475	0.9272	**68.0**
.1	.3762	.4061	2.463	.9265	67.9
.2	.3778	.4081	2.450	.9259	.8
.3	.3795	.4101	2.438	.9252	.7
.4	.3811	.4122	2.426	.9245	.6
.5	.3827	.4142	2.414	.9239	.5
.6	.3843	.4163	2.402	.9232	.4
.7	.3859	.4183	2.391	.9225	.3
.8	.3875	.4204	2.379	.9219	.2
.9	.3891	.4224	2.367	.9212	67.1
23.0	0.3907	0.4245	2.356	0.9205	**67.0**
.1	.3923	.4265	2.344	.9198	66.9
.2	.3939	.4286	2.333	.9191	.8
.3	.3955	.4307	2.322	.9184	.7
.4	.3971	.4327	2.311	.9178	.6
.5	.3987	.4348	2.300	.9171	.5
.6	.4003	.4369	2.289	.9164	.4
.7	.4019	.4390	2.278	.9157	.3
.8	.4035	.4411	2.267	.9150	.2
.9	.4051	.4431	2.257	.9143	66.1
24.0	0.4067	0.4452	2.246	0.9135	**66.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Table ۳ *Trigonometric (degrees) (continued)*

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
24.0	0.4067	0.4452	2.246	0.9135	**66.0**
.1	.4083	.4473	2.236	.9128	65.9
.2	.4099	.4494	2.225	.9121	.8
.3	.4115	.4515	2.215	.9114	.7
.4	.4131	.4536	2.204	.9107	.6
.5	.4147	.4557	2.194	.9100	.5
.6	.4163	.4578	2.184	.9092	.4
.7	.4179	.4599	2.174	.9085	.3
.8	.4195	.4621	2.164	.9078	.2
.9	.4210	.4642	2.154	.9070	65.1
25.0	0.4226	0.4663	2.145	0.9063	**65.0**
.1	.4242	.4684	2.135	.9056	64.9
.2	.4258	.4706	2.125	.9048	.8
.3	.4274	.4727	2.116	.9041	.7
.4	.4289	.4748	2.106	.9033	.6
.5	.4305	.4770	2.097	.9026	.5
.6	.4321	.4791	2.087	.9018	.4
.7	.4337	.4813	2.078	.9011	.3
.8	.4352	.4834	2.069	.9003	.2
.9	.4368	.4856	2.059	.8996	64.1
26.0	0.4384	0.4877	2.050	0.8988	**64.0**
.1	.4399	.4899	2.041	.8980	63.9
.2	.4415	.4921	2.032	.8973	.8
.3	.4431	.4942	2.023	.8965	.7
.4	.4446	.4964	2.014	.8957	.6
.5	.4462	.4986	2.006	.8949	.5
.6	.4478	.5008	1.997	.8942	.4
.7	.4493	5029	1.988	.8934	.3
.8	.4509	.5051	1.980	.8926	.2
.9	.4524	.5073	1.971	.8918	63.1
27.0	0.4540	0.5095	1.963	0.8910	**63.0**
.1	.4555	.5117	1.954	.8902	62.9
.2	.4571	.5139	1.946	.8894	.8
.3	.4586	.5161	1.937	.8886	.7
.4	.4602	.5184	1.929	.8878	.6
.5	.4617	.5206	1 921	.8870	.5
.6	.4633	.5228	1.913	.8862	.4
.7	.4648	.5250	1.905	.8854	.3
.8	.4664	.5272	1.897	.8846	.2
.9	.4679	.5295	1.889	.8838	62.1
28.0	0.4695	0.5317	1.881	0.8829	**62.0**
.1	.4710	.5340	1.873	.8821	61.9
.2	.4726	.5362	1.865	.8813	.8
.3	.4741	.5384	1.857	.8805	.7
.4	.4756	.5407	1.849	.8796	.6
.5	.4772	.5430	1.842	.8788	.5
.6	.4787	.5452	1.834	.8780	.4
.7	.4802	.5475	1.827	.8771	.3
.8	.4818	.5498	1.819	.8763	.2
.9	.4833	.5520	1.811	.8755	61.1
29.0	0.4848	0.5543	1.804	0.8746	**61.0**
.1	.4863	.5566	1.797	.8738	60.9
.2	.4879	.5589	1.789	.8729	.8
.3	.4894	.5612	1.782	.8721	.7
.4	.4909	.5635	1.775	.8712	.6
.5	.4924	.5658	1.767	.8704	.5
.6	.4939	.5681	1.760	.8695	.4
.7	.4955	.5704	1.753	.8686	.3
.8	.4970	.5727	1.746	.8678	.2
.9	.4985	.5750	1.739	.8669	60.1
30.0	0.5000	0.5774	1.732	0.8660	**60.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
30.0	0.5000	0.5774	1.7321	0.8660	**60.0**
.1	.5015	.5797	1.7251	.8652	59.9
.2	.5030	.5820	1.7182	.8643	.8
.3	.5045	.5844	1.7113	.8634	.7
.4	.5060	.5867	1.7045	.8625	.6
.5	.5075	.5890	1.6977	.8616	.5
.6	.5090	.5914	1.6909	.8607	.4
.7	.5105	.5938	1.6842	.8599	.3
.8	.5120	.5961	1.6775	.8590	.2
.9	.5135	.5985	1.6709	.8581	59.1
31.0	0.5150	0.6009	1.6643	0.8572	**59.0**
.1	.5165	.6032	1.6577	.8563	58.9
.2	.5180	.6056	1.6512	.8554	.8
.3	.5195	.6080	1.6447	.8545	.7
.4	.5210	.6104	1.6383	.8536	.6
.5	.5225	.6128	1.6319	.8526	.5
.6	.5240	.6152	1.6255	.8517	.4
.7	.5255	.6176	1.6191	.8508	.3
.8	.5270	.6200	1.6128	.8499	.2
.9	.5284	.6224	1.6066	.8490	58.1
32.0	0.5299	0.6249	1.6003	0.8480	**58.0**
.1	.5314	.6273	1.5941	.8471	57.9
.2	.5329	.6297	1.5880	.8462	.8
.3	.5344	.6322	1.5818	.8453	.7
.4	.5358	.6346	1.5757	.8443	.6
.5	.5373	.6371	1.5697	.8434	.5
.6	.5388	.6395	1.5637	.8425	.4
.7	.5402	.6420	1.5577	.8415	.3
.8	.5417	.6445	1.5517	.8406	.2
.9	.5432	.6469	1.5458	.8396	57.1
33.0	0.5446	0.6494	1.5399	0.8387	**57.0**
.1	.5461	.6519	1.5340	.8377	56.9
.2	.5476	.6544	1.5282	.8368	.8
.3	.5490	.6569	1.5224	.8358	.7
.4	.5505	.6594	1.5166	.8348	.6
.5	.5519	.6619	1.5108	.8339	.5
.6	.5534	.6644	1.5051	.8329	.4
.7	.5548	.6669	1.4994	.8320	.3
.8	.5563	.6694	1.4938	.8310	.2
.9	.5577	.6720	1.4882	.8300	56.1
34.0	0.5592	0.6745	1.4826	0.8290	**56.0**
.1	.5606	.6771	1.4770	.8281	55.9
.2	.5621	.6796	1.4715	.8271	.8
.3	.5635	.6822	1.4659	.8261	.7
.4	.5650	.6847	1.4605	.8251	.6
.5	.5664	.6873	1.4550	.8241	.5
.6	.5678	.6899	1.4496	.8231	.4
.7	.5693	.6924	1.4442	.8221	.3
.8	.5707	.6950	1.4388	.8211	.2
.9	.5721	.6976	1.4335	.8202	55.1
35.0	0.5736	0.7002	1.4281	0.8192	**55.0**
.1	.5750	.7028	1.4229	.8181	54.9
.2	.5764	.7054	1.4176	.8171	.8
.3	.5779	.7080	1.4124	.8161	.7
.4	.5793	.7107	1.4071	.8151	.6
.5	.5807	.7133	1.4019	.8141	.5
.6	.5821	.7159	1.3968	.8131	.4
.7	.5835	.7186	1.3916	.8121	.3
.8	.5850	.7212	1.3865	.8111	.2
.9	.5864	.7239	1.3814	.8100	54.1
36.0	0.5878	0.7265	1.3764	0.8090	**54.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Table ٤ Trigonometric (degrees) (continued)

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
36.0	0.5878	0.7265	1.3764	0.8090	**54.0**
.1	.5892	.7292	1.3713	.8080	53.9
.2	.5906	.7319	1.3663	.8070	.8
.3	.5920	.7346	1.3613	.8059	.7
.4	.5934	.7373	1.3564	.8049	.6
.5	.5948	.7400	1.3514	.8039	.5
.6	.5962	.7427	1.3465	.8028	.4
.7	.5976	.7454	1.3416	.8018	.3
.8	.5990	.7481	1.3367	.8007	.2
.9	.6004	.7508	1.3319	.7997	53.1
37.0	0.6018	0.7536	1.3270	0.7986	**53.0**
.1	.6032	.7563	1.3222	.7976	52.9
.2	.6046	.7590	1.3175	.7965	.8
.3	.6060	.7618	1.3127	.7955	.7
.4	.6074	.7646	1.3079	.7944	.6
.5	.6088	.7673	1.3032	.7934	.5
.6	.6101	.7701	1.2985	.7923	.4
.7	.6115	.7729	1.2938	.7912	.3
.8	.6129	.7757	1.2892	.7902	.2
.9	.6143	.7785	1.2846	.7891	52.1
38.0	0.6157	0.7813	1.2799	0.7880	**52.0**
.1	.6170	.7841	1.2753	.7869	51.9
.2	.6184	.7869	1.2708	.7859	.8
.3	.6198	.7898	1.2662	.7848	.7
.4	.6211	.7926	1.2617	.7837	.6
.5	.6225	.7954	1.2572	.7826	.5
.6	.6239	.7983	1.2527	.7815	.4
.7	.6252	.8012	1.2482	.7804	.3
.8	.6266	.8040	1.2437	.7793	.2
.9	.6280	.8069	1.2393	.7782	51.1
39.0	0.6293	0.8098	1.2349	0.7771	**51.0**
.1	.6307	.8127	1.2305	.7760	50.9
.2	.6320	.8156	1.2261	.7749	.8
.3	.6334	.8185	1.2218	.7738	.7
.4	.6347	.8214	1.2174	.7727	.6
.5	.6361	.8243	1.2131	.7716	.5
.6	.6374	.8273	1.2088	.7705	.4
.7	.6388	.8302	1.2045	.7694	.3
.8	.6401	.8332	1.2002	.7683	.2
.9	.6414	.8361	1.1960	.7672	50.1
40.0	0.6428	0.8391	1.1918	0.7660	**50.0**
.1	.6441	.8421	1.1875	.7649	49.9
.2	.6455	.8451	1.1833	.7638	.8
.3	.6468	.8481	1.1792	.7627	.7
.4	.6481	.8511	1.1750	.7615	.6
40.5	0.6494	0.8541	1.1708	0.7604	**49.5**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.

Deg.	Sin	Tan	Cot	Cos	
40.5	0.6494	0.8541	1.1708	0.7604	**49.5**
.6	.6508	.8571	1.1667	.7593	.4
.7	.6521	.8601	1.1626	.7581	.3
.8	.6534	.8632	1.1585	.7570	.2
.9	.6547	.8662	1.1544	.7559	49.1
41.0	0.6561	0.8693	1.1504	0.7547	**49.0**
.1	.6574	.8724	1.1463	.7536	48.9
.2	.6587	.8754	1.1423	.7524	.8
.3	.6600	.8785	1.1383	.7513	.7
.4	.6613	.8816	1.1343	.7501	.6
.5	.6626	.8847	1.1303	.7490	.5
.6	.6639	.8878	1.1263	.7478	.4
.7	.6652	.8910	1.1224	.7466	.3
.8	.6665	.8941	1.1184	.7455	.2
.9	.6678	.8972	1.1145	.7443	48.1
42.0	0.6691	0.9004	1.1106	0.7431	**48.0**
.1	.6704	.9036	1.1067	.7420	47.9
.2	.6717	.9067	1.1028	.7408	.8
.3	.6730	.9099	1.0990	.7396	.7
.4	.6743	.9131	1.0951	.7385	.6
.5	.6756	.9163	1.0913	.7373	.5
.6	.6769	.9195	1.0875	.7361	.4
.7	.6782	.9228	1.0837	.7349	.3
.8	.6794	.9260	1.0799	.7337	.2
.9	.6807	.9293	1.0761	.7325	47.1
43.0	0.6820	0.9325	1.0724	0.7314	**47.0**
.1	.6833	.9358	1.0686	.7302	46.9
.2	.6845	.9391	1.0649	.7290	.8
.3	.6858	.9424	1.0612	.7278	.7
.4	.6871	.9457	1.0575	.7266	.6
.5	.6884	.9490	1.0538	.7254	.5
.6	.6896	.9523	1.0501	.7242	.4
.7	.6909	.9556	1.0464	.7230	.3
.8	.6921	.9590	1.0428	.7218	.2
.9	.6934	.9623	1.0392	.7206	46.1
44.0	0.6947	0.9657	1.0355	0.7193	**46.0**
.1	.6959	.9691	1.0319	.7181	45.9
.2	.6972	.9725	1.0283	.7169	.8
.3	.6984	.9759	1.0247	.7157	.7
.4	.6997	.9793	1.0212	.7145	.6
.5	.7009	.9827	1.0176	.7133	.5
.6	.7022	.9861	1.0141	.7120	.4
.7	.7034	.9896	1.0105	.7108	.3
.8	.7046	.9930	1.0070	.7096	.2
.9	.7059	.9965	1.0035	.7083	45.1
45.0	0.7071	1.0000	1.0000	0.7071	**45.0**
	Cos	Cot	Tan	Sin	Deg.